

TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie
der Technischen Universität München

Objektives und subjektives Outcome nach operativer Versorgung distaler Radiusfrakturen in Bezug auf die posttraumatische Arthrose

Christoph Martin Radi

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen Universität
München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Prof. Dr. Ernst J. Rummeny

Prüfer der Dissertation: 1. Prof. Dr. Peter Biberthaler

2. Prof. Dr. Sebastian Siebenlist

Die Dissertation wurde am 21.10.2020 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 14.04.2021 angenommen.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Abkürzungen	6
1. Einleitung	7
1.1 Einführung	7
1.2 Anatomie des Handgelenks und des Unterarms	8
1.3 Die distale Radiusfraktur	22
1.3.1 Häufigkeit und Ätiologie	22
1.3.2 Klassifikation	23
1.3.3 Begleitverletzungen	26
1.3.4 Diagnose	27
1.3.5 Behandlung und Komplikationen	31
1.3.6 Therapien	33
1.3.6.1 Konservative Therapie	33
1.3.6.2 Operative Therapie	34
a. Kirschnerdrahtosteosynthese	35
b. Schraubenosteosynthese	38
c. Plattenosteosynthese	38
1.3.7 Nachbehandlung	41
1.4 Arthrose	42
2. Zielstellung der Arbeit	44
3. Material und Methodik	45
3.1 Studiendesign und Studienteilnehmer	45
3.2 Patientenauswahl	45
3.2.1 Einschlusskriterien	45
3.2.2 Ausschlusskriterien	46
3.3 Aufklärung und Einwilligungserklärung	46
3.4 Auswertung der Krankenakten	46

3.5	Klinische Nachuntersuchung	46
3.5.1	Zeitpunkt und Ort der Nachuntersuchung	46
3.5.2	Einbestellung	47
3.5.3	Patientengespräch und subjektives Ergebnis	47
3.5.4	Klinische Nachuntersuchung und Hilfsmittel	47
3.5.5	Radiologische Auswertung	47
3.5.6	Fragebögen	48
3.5.7	Statistische Auswertung	48
3.5.8	Zeitschema der Studie	49
4.	Ergebnisse	50
4.1	Ergebnisse der deskriptiven Auswertung	50
4.1.1	Grundlegende Daten	50
	a. Geschlechterverteilung	50
	b. Altersstruktur	50
4.1.2	Berufsgruppen	51
4.1.3	Berufshaltung	51
4.1.4	Händigkeit der Patienten	51
4.1.5	Art der Implantate/Verfahren	52
4.1.6	OP – Code	52
4.1.7	Arthrose im Röntgenbild	53
4.1.8	Stufe in der Gelenkfläche	54
4.1.9	Ulnavorschub im Röntgenbild und Gesamtscore Röntgen	55
4.1.10	Jahr der OP und Zeitraum seit OP	56
4.1.11	Seite der Fraktur	57
4.1.12	Bewegungsumfänge	57
4.1.13	Ergebnisse der Scores	57
4.1.14	Medikamente gegen Handgelenkschmerzen	57
4.1.15	Metallentfernungen	58
4.1.16	Ergebnisse MWQ-Fragebogen auf subjektive Fähigkeiten	58
4.1.17	Korrelationen einiger erhobener Größen	59
4.1.18	Frakturklassifikation	62

4.2	Ergebnisse der Fragestellungen über signifikante Zusammenhänge	62
4.2.1	<u>Fragestellung 1</u> : Zusammenhang der Bruchklassifikation, des OP-Codes und dem Zeitraum seit der OP mit dem Mayo- oder DASH-Score	62
	a. Zusammenhang Bruchklassifikation und Mayo-Score	62
	b. Zusammenhang des OP-Codes mit dem Mayo-Score	65
	c. Zusammenhang Zeitraum seit OP mit dem Mayo-Score	66
4.2.2	<u>Fragestellung 2</u> : Zusammenhang des Gesamtscores Röntgen mit dem Mayo- oder DASH-Score	70
4.2.3	<u>Fragestellung 3</u> : Vergleich ein- und zweizeitige OPs	72
	a. OP-Typ ein-/zweizeitig und Frakturtyp	72
	b. OP-Typ und Mayo-Score	73
	c. OP-Typ und DASH-Score	74
4.2.4	<u>Fragestellung 4</u> : Vergleich der Plattenmarken	75
4.2.5	<u>Fragestellung 5</u> : Zusammenhang Frakturtyp/Arthrosegrad	75
4.2.6	Komplikationen	76
5.	Diskussion	77
5.1	Diskussion des Studiendesigns	78
5.2	Diskussion des Patientenkollektivs	79
5.3	Diskussion der Untersuchungsergebnisse	79
	5.3.1 Funktionelle Ergebnisse	79
	5.3.2 Diskussion der Röntgenergebnisse	82
	5.3.3 Diskussion der Scores	84
	5.3.4 Komplikationen	86
	5.3.5 Metallentfernungen	86
	5.3.6 Zusammenhänge, die auf Signifikanz getestet wurden	87
	5.3.7 Übersicht der Vergleichsstudien	88
6.	Zusammenfassung	89

7.	Anhang	92
7.1	Mayo-Bogen	92
7.2	MWQ-Bogen	93
7.3	DASH-Bogen	102
7.4	Patientenaufklärungsbogen mit Einwilligungserklärung	106
8.	Literaturverzeichnis	109
9.	Abbildungsverzeichnis	118
10.	Tabellenverzeichnis	119
11.	Diagrammverzeichnis	120
12.	Danksagung	121

Verzeichnis der Abkürzungen

A.	- Arteria
AO	- Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
Art.	- Articulatio
CT	- Computertomographie
DASH	- Disabilities of the arm, shoulder and hand
DRUG	- distales Radioulnargelenk
HG	- Handgelenk
Lig.	- Ligamentum
Ligg.	- Ligamenta
M.	- Musculus
Mm.	- Musculi
MRT	- Magnetresonanztomographie
MWQ	- Munich Wrist Questionnaire (Münchener Handgelenksbogen)
N.	- Nervus
OP	- Operation
p.a.	- posterior-anterior
PNP	- Polyneuropathie
Proc.	- Processus
TU	- Technische Universität

1. Einleitung

1.1 Einführung

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur des Menschen (Kuner et al., 2002) und umfasst ca. 10 % bis 25 % aller menschlichen Frakturen (Matschke et al., 2004).

Da es sich bei der distalen Radiusfraktur um eine Fraktur handelt, von welcher besonders häufig ältere Menschen betroffen sind, werden sowohl die Inzidenz als auch die klinische Bedeutung aufgrund der demographischen Alterung der Bevölkerung in der Zukunft nicht nur wichtig bleiben, sondern eher zunehmen.

Männer erleiden diese Fraktur aufgrund ihres Risikoverhaltens, z.B. durch Sport, im Mittel häufiger in jüngerem Alter als Frauen, die jedoch nach dem 50. Lebensjahr, u.a. bedingt durch Osteoporose (Michels et al., 2010), ein Risiko von 15 % haben, sich diese Fraktur zuzuziehen. Bei den Männern hingegen sind es in dieser Altersgruppe lediglich noch 2 % (Strassmair et al., 2011).

Die distale Radiusfraktur hat zwei Häufigkeitsgipfel; der erste liegt bei den 6- bis 10-Jährigen, der zweite bei den 60- bis 69-Jährigen (Holz, 2004).

Die Therapie der distalen Radiusfrakturen hat sich in den letzten 40 Jahren von der konservativen zur operativen Therapie hin verschoben. In den 1970er Jahren dominierte noch die konservative Therapie. Bei dieser waren jedoch die Ergebnisse weniger erfolgreich, d.h. 20 % bis 30 % der Ergebnisse waren unzufriedenstellend (Kuner et al., 2002; Beck, 1979; Poigenfürst, 1980; Povacz et al., 1996), als bei der operativen Therapie. Deshalb wurde in den 1980er Jahren damit begonnen, vermehrt operativ zu therapieren. Die erste Priorität ist hierbei, die Frakturfragmente in die anatomisch korrekte Stellung zu reponieren oder zu adaptieren, um ein optimales funktionelles Ergebnis zu erreichen. Stabilisiert wird in der operativen Therapie mit osteosynthetischen Hilfsmitteln, wie z.B. Platten, Schrauben, Kirschnerdrähten und Fixateurs externes.

In den letzten Jahren wurden in der Unfallchirurgischen Klinik und Poliklinik der Technischen Universität München die distalen Radiusfrakturen hauptsächlich mit der winkelstabilen Plattenosteosynthese therapiert. Einige Patienten klagen jedoch nach der Operation über Schmerzen und Bewegungseinschränkungen, die gegebenenfalls auf eine posttraumatische Arthrose zurückzuführen sind.

1.2 Anatomie des Handgelenks und des Unterarms

Im Bereich des Handgelenks sind die größten Gelenke von proximal nach distal die Articulatio radioulnaris distalis (DRUG), die Articulatio radiocarpalis sowie die Articulatio mediocarpalis.

Die beiden häufigsten Bewegungsrichtungen sind die Adduktion/Abduktion und die Flexion/Extension, gefolgt von der Pronation/Supination. Hierbei ist der gesamte Unterarm beteiligt.

Die dazu gehörigen knöchernen Strukturen sind die beiden Unterarmknochen Radius und Ulna. Die sich nach distal anschließenden Handwurzelknochen können in eine proximale und eine distale Handwurzelreihe aufgeteilt werden.

Die proximale Handwurzelreihe umfasst von radial nach ulnar:

Os scaphoideum, Os lunatum, Os triquetrum und Os pisiforme.

Die distale Handwurzelreihe besteht aus :

Os trapezium, Os trapezoideum, Os capitatum und Os hamatum.

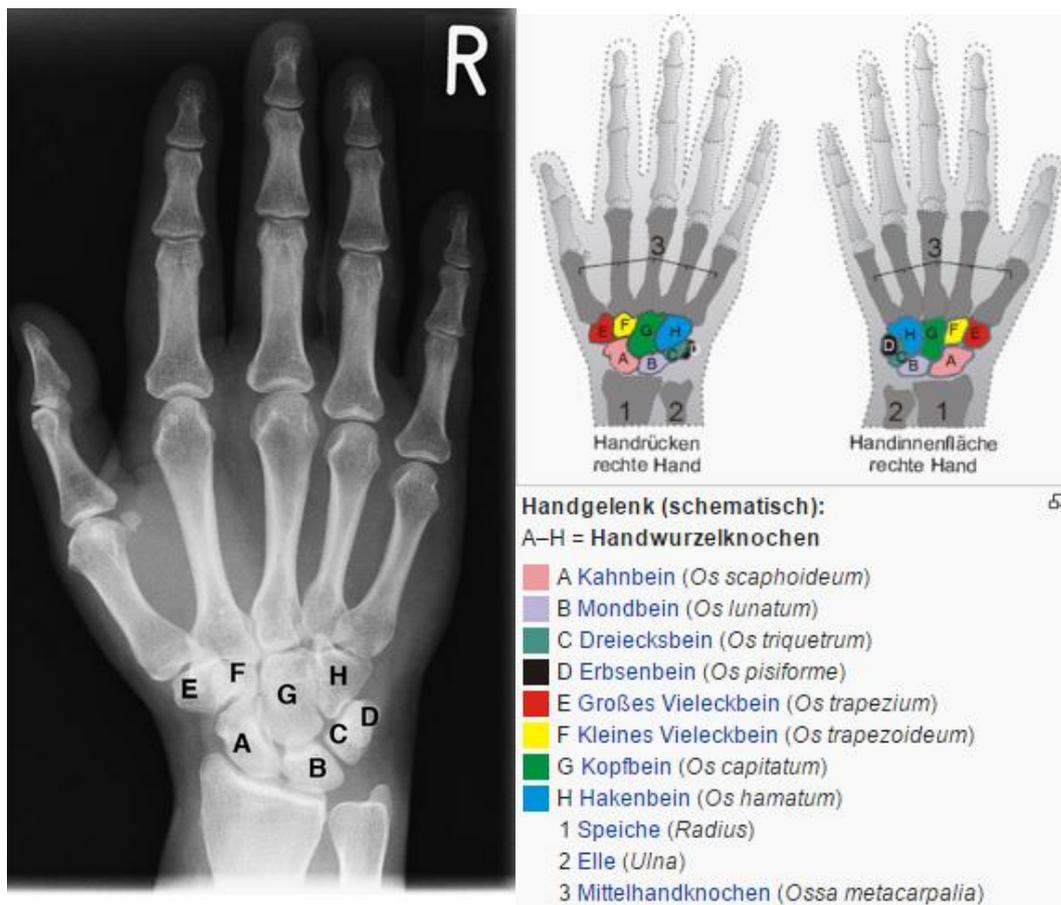


Abb.1: Anatomie des Handgelenks (Lengerke, 2008)

Zu den Hauptgelenkflächen der Articulatio radiocarpalis gehören die Fossa lunata und die Fossa scaphoidea. Die konkave Schüsselform dieser Gelenkflächen birgt die Gefahr des Eindringens von Schrauben in den Gelenkspalt bei Plattenosteosynthesen. Die distale Gelenkfläche ist um ca. 14° nach palmar und um ca. 22° nach radioulnar geneigt.

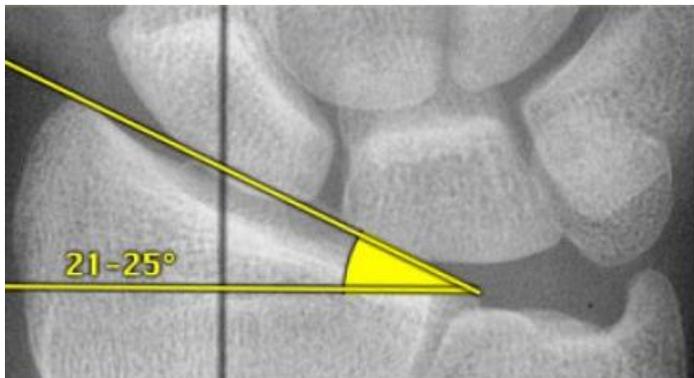


Abb.2: Radial inclination or angle (Smithuis, 2008)

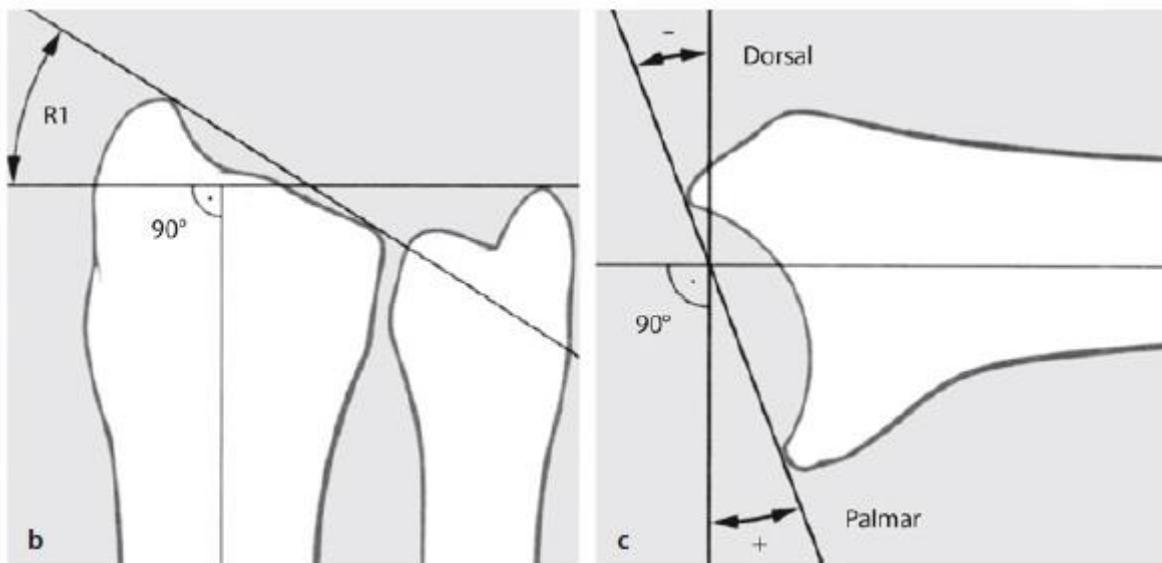


Abb. 3: Links: radioulnare Inklination, Rechts: Palmarinklination (Strassmair et al., 2011)

Der Proc. styloideus radii, der den distalsten Teil des Radius bildet, begrenzt das 1. Strecksehnenfach.

Der Kapsel-Band-Apparat sorgt für die Stabilität bei Bewegungen im Handgelenk. Von dorsal und palmar ziehen zahlreiche Ligamente von Radius/Ulna zu den Handwurzelknochen und zwischen den Handwurzelknochen. Auch zwischen Ulna und Radius und an der Lateralseite der Ulna und des Radius verlaufen Bänder, die bei der distalen Radiusfraktur als Begleitverletzungen gedehnt oder gerissen werden könnten.

Bandverletzungen können zu karpalen Instabilitäten führen, die, je nachdem wie viele und welche Bänder betroffen sind, unterschiedlich schwere Ausprägungen aufweisen.

Die stabilisierenden Bänder werden in primäre und sekundäre Stabilisatoren unterteilt. Primäre Stabilisatoren sind häufig die intrinsischen Ligamente, d.h. Ligamente, die zwei Handwurzelknochen, ohne Bezug zu Unterarm oder Mittelhand, direkt miteinander verbinden.

Als sekundäre Stabilisatoren wirken häufig extrinsische Ligamente; dies sind Ligamente, die über topographische Regionen hinweg verlaufen, also vom Unterarm zur Handwurzel oder von der Handwurzel zur Mittelhand. Zu den sekundären Stabilisatoren zählen z.B. STTL, RSCL, pRLTL und dRLTL.

Nachfolgend sind die wesentlichen dieser Strukturen aufgezählt:

- Discus ulnocarpalis („triangular fibrocartilage“, TFC)
- Lig. ulnolunatum
- Lig. ulnotriquetrum
- Meniscus ulnocarpalis (Meniscus homologue)
- Lig. collaterale carpi ulnare
- Lig. radioulnare palmare
- Lig. radioulnare dorsale
- Sehnenscheide des M. extensor carpi ulnaris

Obige Strukturen gehören zum ulnocarpalen Komplex.

Weitere wichtige Ligamente der Handwurzel bzw. der proximalen Hand sind:

- Ligg. carpometacarpalia dorsalia
- Ligg. metacarpalia dorsalia
- Lig. radiocarpale dorsale
- Lig. collaterale carpi radiale
- Ligg. intercarpalia dorsalia
- Lig. radiocarpale palmare
- Lig. carpi radiatum
- Ligg. carpometacarpalia palmaria
- Lig. ulnocarpale palmare
- Lig. pisohamatum

- Lig. pisometacarpale
- Ligg. metacarpalia palmaria
- Lig. scapholunatum
- Lig. lunotriquetrum
- Lig. radioscaphoideum
- Lig. radioscapholunatum
- Lig. radiolunatum
- Lig. scaphocapitatum
- Lig. triquetrocapitatoscaphoideum
- Lig. scaphotrapeziotrapezoideum (STTL)
- Lig. radiolunotriquetrum palmare (pRLTL)
- Lig. ulnotriquetrum
- Lig. ulnolunatum
- Lig. radioscaphocapitatum (RSCL)
- Lig. radiolunotriquetrum dorsale (dRLTL)

(Schmitt, 2016; Rohen et al., 2006)

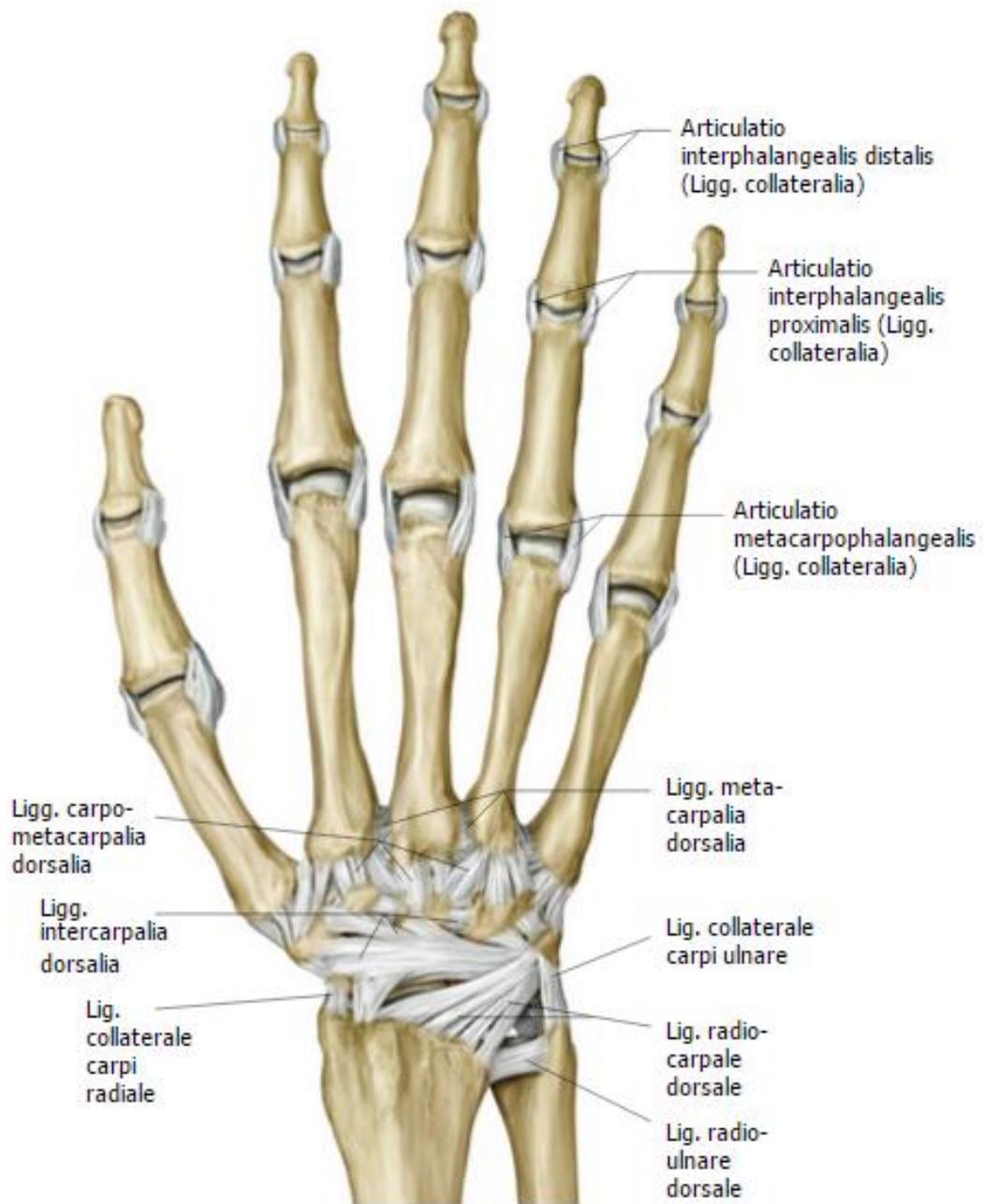


Abb.4: Bänder der Hand und des Handgelenks, Ansicht von dorsal
(Schünke et al., 2014)

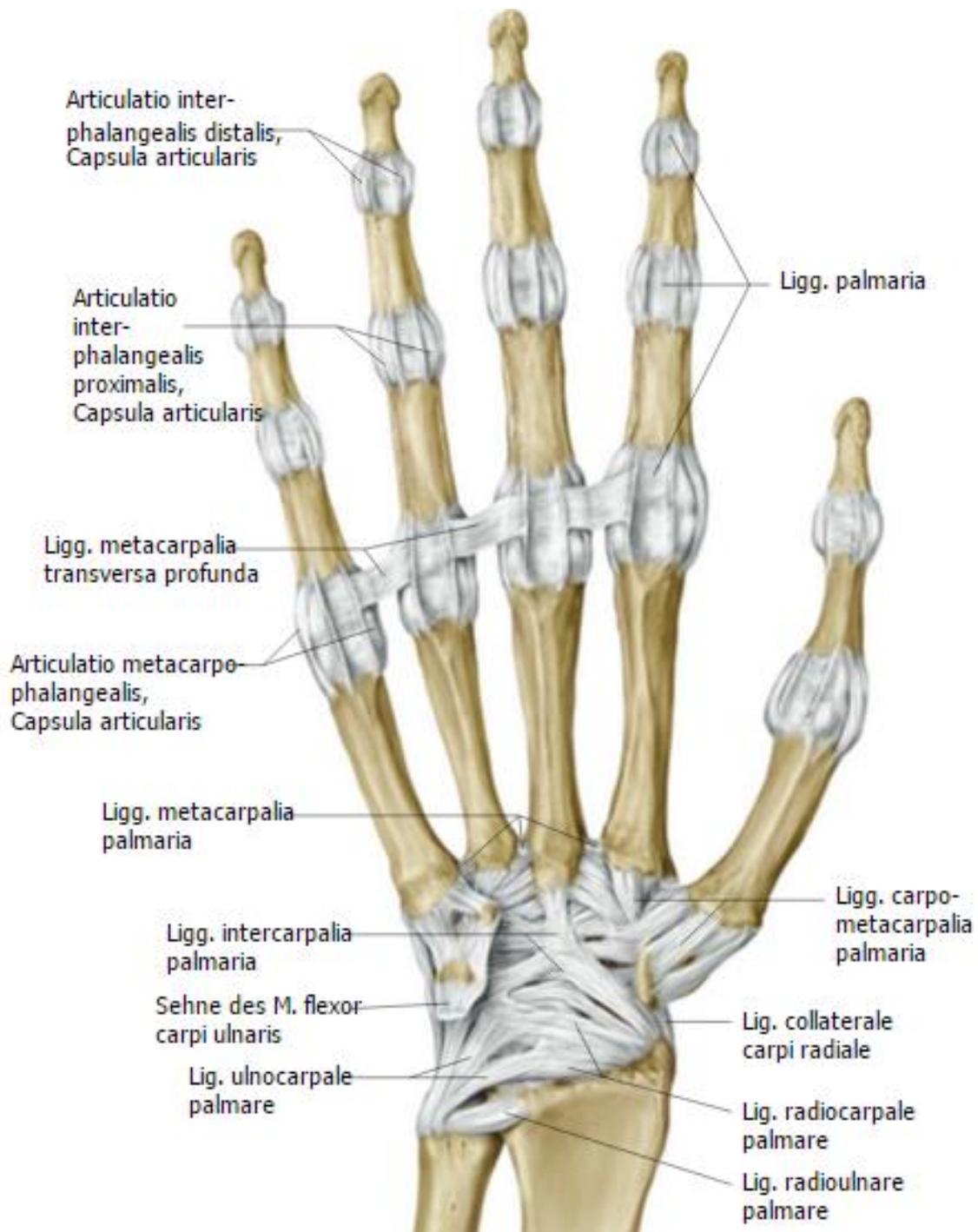


Abb.5: Bänder der Hand und des Handgelenks, Ansicht von palmar
(Schünke et al., 2014)

Des Weiteren sind die Streck- und Beugeschienen des Handgelenks zu erwähnen. Sie müssen bei einer distalen Radiusfraktur unter konservativer Therapie mit Gips gut immobilisiert werden, um eine Dislokation der Fraktur zu vermeiden. Andererseits verleihen die entsprechenden Muskeln dem Handgelenk auch Stabilität. Von besonderer Bedeutung in diesem Zusammenhang sind Streckmuskeln, wie z.B. der M. extensor carpi radialis longus, der M. extensor carpi radialis brevis sowie der M. extensor carpi ulnaris. Von den Flexoren sind der M. flexor carpi ulnaris und der M. flexor carpi radialis zu erwähnen.

Die weiter distal ansetzenden Sehnen sind die Sehnen der Fingerflexoren und Fingerextensoren.

Die Sehnen des M. flexor digitorum superficialis, des M. flexor digitorum profundus und des M. flexor pollicis longus verlaufen durch den Karpaltunnel und werden von Sehnenscheiden umgeben. Hierbei unterscheidet man zwischen einem radialen und einem ulnaren Sack. Jeder Sack entspricht einer Sehnenscheide. Die Sehnenscheiden kommunizieren nicht miteinander (Antwerpes et al., 2015).

Der radiale Sack beinhaltet den M. flexor pollicis longus und reicht bis kurz vor den Ansatz seiner Sehne an der Endphalanx des Daumens.

Der ulnare Sack beinhaltet die Sehnen von Mm. Flexor digitorum superficialis et profundus und endet am proximalen Ende der jeweiligen Metakarpalknochen.

Die Fingerflexoren sind:

- M. flexor digitorum superficialis
- M. flexor digitorum profundus (Hochschild, 2005)
- M. flexor pollicis longus
- M. opponens digiti minimi
- M. flexor digiti minimi brevis
- Mm. Lumbricales
- Mm. Interossei
- M. flexor pollicis brevis
- M. adductor pollicis
- M. opponens pollicis

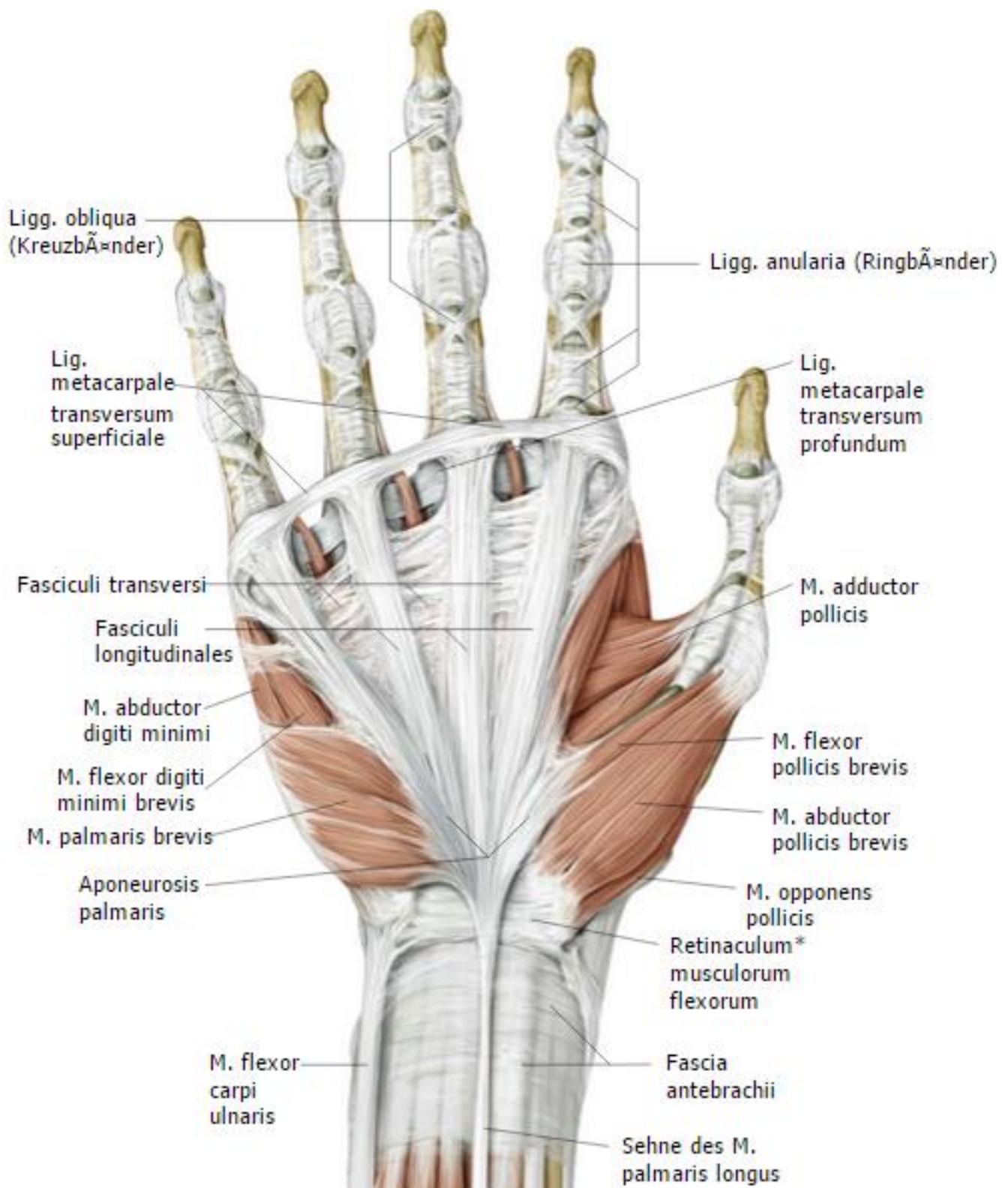


Abb. 6: Kurze Handmuskeln: oberflächliche Schicht, Palmaraponeurose, rechte Hand, Ansicht von palmar
 *Auch bekannt als Lig. carpi transversum

(Schünke et al., 2014)

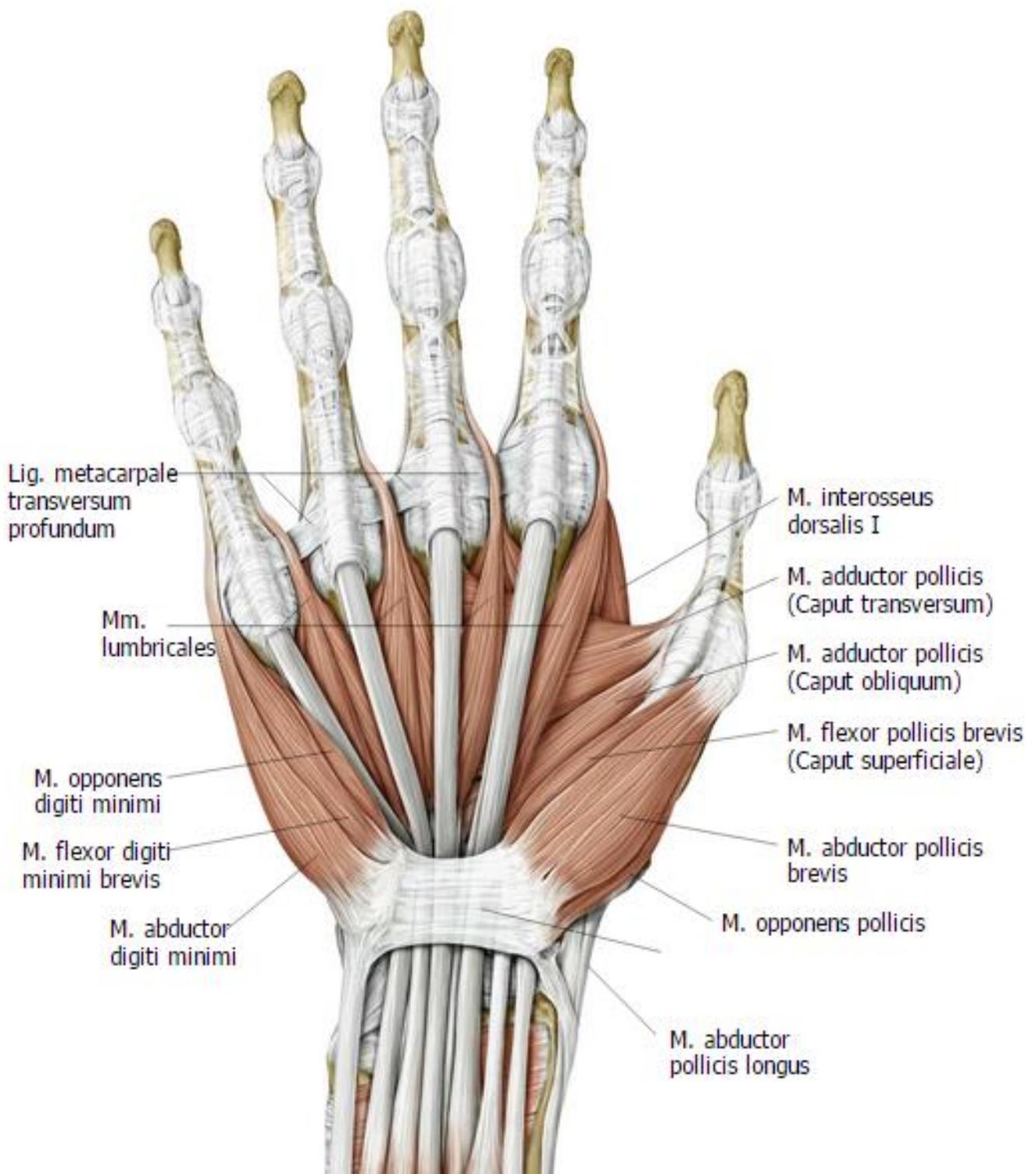


Abb. 7: Kurze Handmuskeln: oberflächliche Schicht, Oberflächliche Muskeln der rechten Hand, Ansicht von palmar, Palmaraponeurose entfernt.

(Schünke et al., 2014)

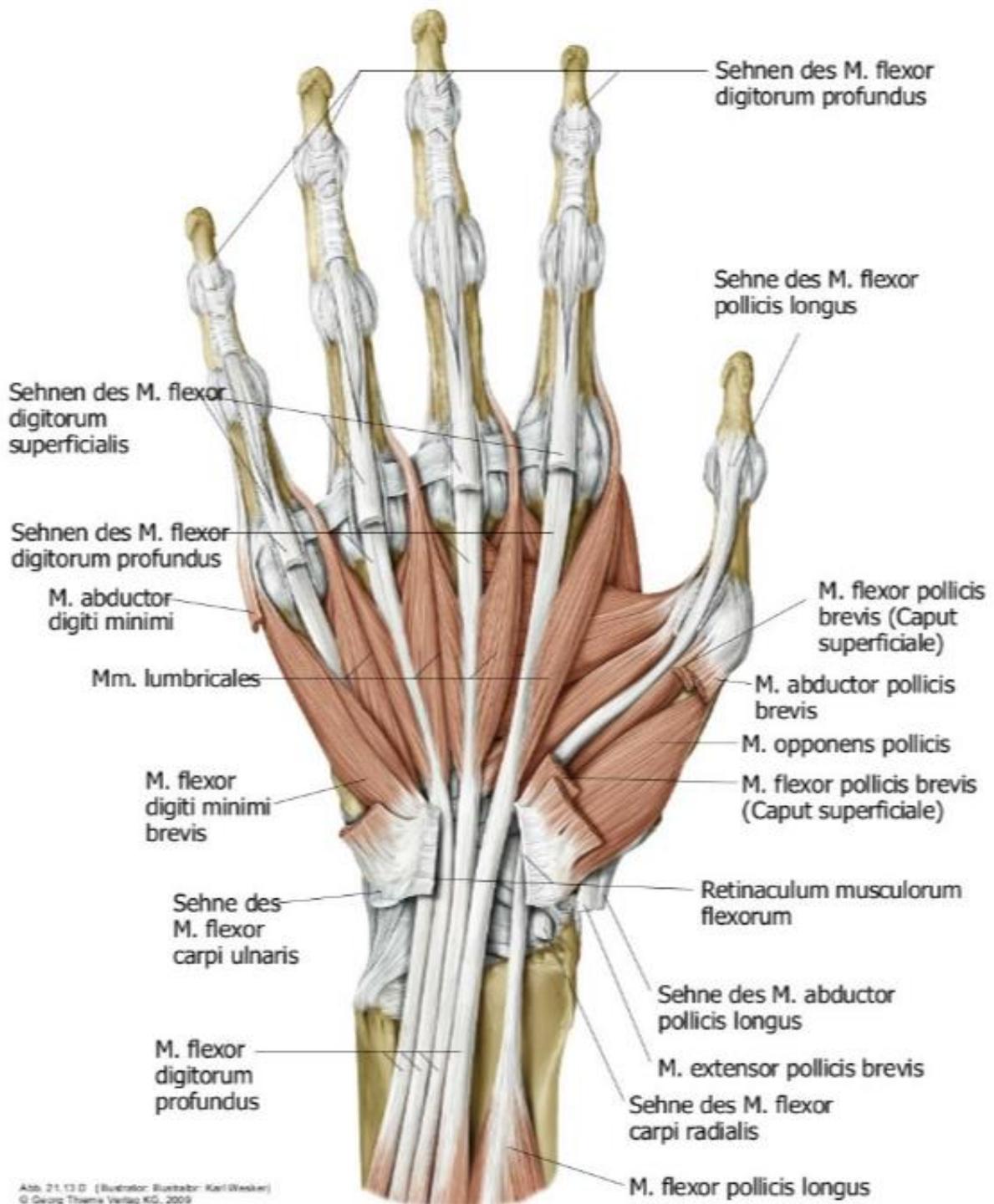


Abb.8: Kurze Handmuskeln (a): mittlere Schicht, Muskeln der rechten Hand, Ansicht von palmar, Entfernt: M. flexor digitorum superficialis, M. flexor carpi radialis und M. flexor carpi ulnaris sowie M. pronator quadratus.

(Schünke et al., 2014)

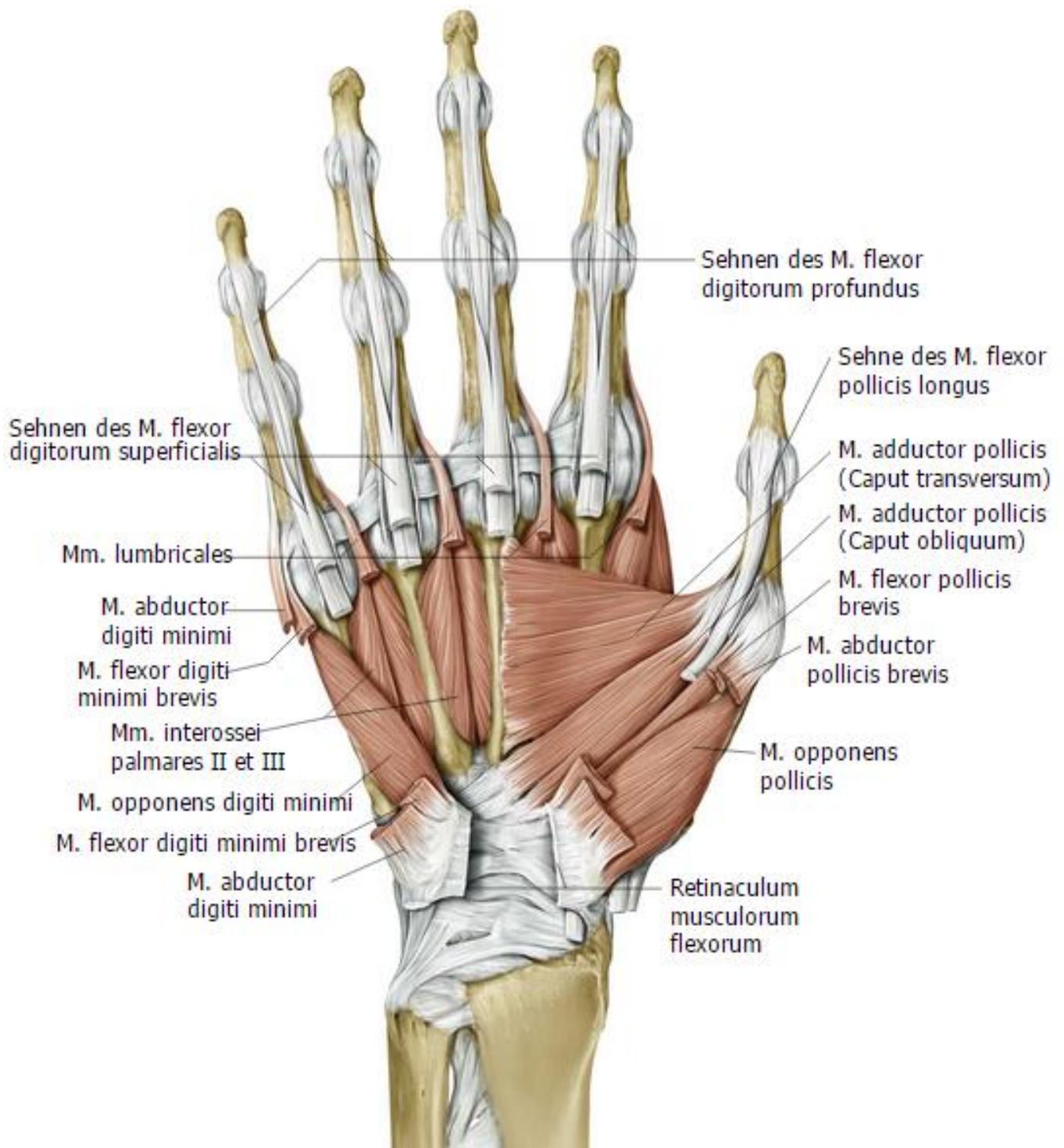


Abb. 9: Kurze Handmuskeln (b): mittlere Schicht, Muskeln der rechten Hand, Ansicht von palmar, Entfernt: M. flexor digitorum profundus und seine 4 Ansatzsehnen sowie die von ihnen entspringenden Mm. lumbricales sind durchtrennt. Zusätzlich sind der M. flexor pollicis longus und der M. flexor digiti minimi entfernt worden.

(Schünke et al., 2014)

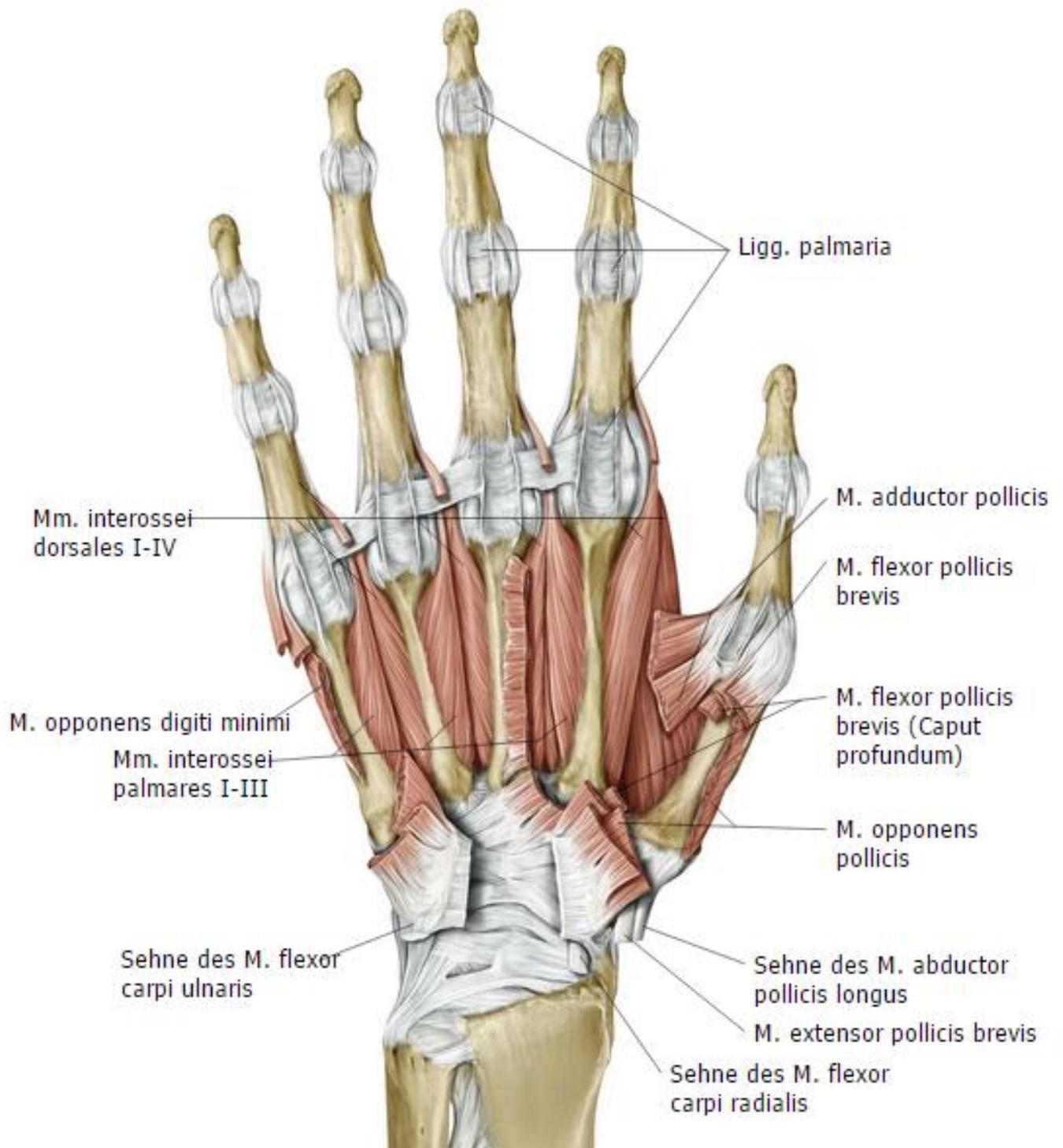


Abb. 10 (c): Kurze Handmuskeln: tiefe Schicht, Muskeln der rechten Hand, Ansicht von palmar, Nach Entfernung des M. adductor pollicis sind der M. interosseus dorsalis I sowie der M. interosseus palmaris I nahezu vollständig freigelegt. Sowohl der M. opponens pollicis als auch der M. opponens digiti minimi sind teilweise entfernt.

(Schünke et al., 2014)

Die Fingerextensoren verlaufen an der Dorsalseite des Unterarms. Der Streckapparat ist in 6 Sehnenfächer gruppiert. Sie enthalten im einzelnen folgende Muskelsehnen:

1. Strecksehnenfach:
 - M. extensor pollicis brevis
 - M. abductor pollicis longus
2. Strecksehnenfach:
 - M. extensor carpi radialis longus
 - M. extensor carpi radialis brevis
3. Strecksehnenfach:
 - M. extensor pollicis longus
4. Strecksehnenfach:
 - M. extensor digitorum
5. Strecksehnenfach:
 - M. extensor digiti minimi
6. Strecksehnenfach:
 - M. extensor carpi ulnaris

Die Strecksehnenfächer werden vom Retinaculum extensorum bedeckt (Paulsen, 2000).

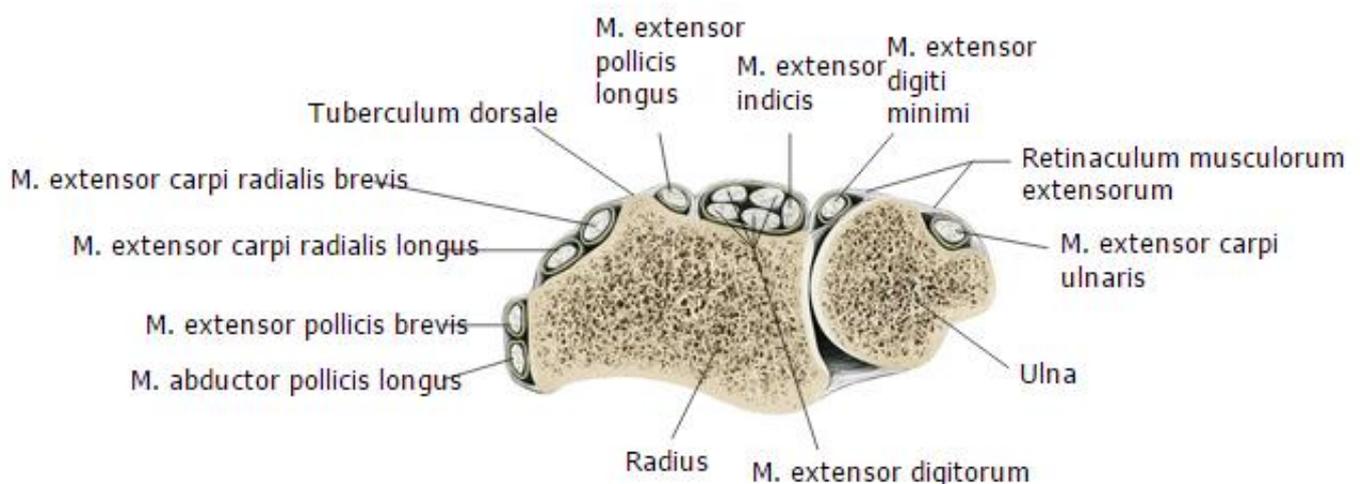


Abb. 11: Schematisierter Querschnitt durch den Unterarm in Höhe des distalen Radioulnargelenkes.

(Schünke et al., 2014)

Nach dem Säulenmodell von Rikli besteht das Handgelenk aus 3 Säulen (Matschke et al., 2004). Die erste Säule befindet sich radial und wird vom Proc. styloideus radii gebildet. Sie dient hauptsächlich der Stabilität.

Die zweite Säule (intermediäre Säule) wird vom ulnaren Teil des Radius mit der Fossa lunata gebildet. Sie übernimmt den größten Teil der Kraftübertragung vom Carpus auf den Unterarm und ist deshalb chirurgisch von großer Bedeutung.

Die dritte Säule wird von der Ulna gebildet und dient als Achse, um die sich der Radius drehen kann. Dort befindet sich auch der Discus articularis, der das Handgelenk vom distalen Radioulnargelenk trennt.



Abb. 12: Das 3-Säulen-Modell von Rikli et al. (2003) (Strassmair et al., 2011)

Um eine intakte Anatomie zu gewährleisten ist es wichtig, dass es zu keiner Gelenkstufe und keinem Ulnavorschub kommt.

1.3 Die distale Radiusfraktur

1.3.1 Häufigkeit und Ätiologie

Durch den aufrechten Gang ist der Mensch im Laufe der Evolution sturzanfälliger geworden. Bei einem Sturz wird reflexartig durch Ausstrecken der Arme versucht, den Körper mit der Hand abzufangen. Ein zu heftiger Aufprall verursacht die distale Radiusfraktur.

Die Inzidenz dieser Fraktur beträgt jährlich 2-3 pro 1000 Einwohner (Oestern, 1999). Gemäß den Daten zur Demographie des Stadtportals München ist München seit Mai 2015 eine 1,5 Millionen-Stadt, d.h. jedes Jahr ereignen sich allein in der Landeshauptstadt ca. 3.000 bis 4.500 dieser Frakturen.

Bei Personen unter 35 Jahren liegt die Inzidenz bei Frauen bei ca. 0,4 % und bei Männern bei ca. 0,1 %.

Die Schwere einer Fraktur ist von vielen Faktoren abhängig, wie z.B. der Position des Handgelenks beim Sturz, dem Knochenzustand und dem Alter der Patienten. Es gibt, je nach Alter, auch verschiedene Unfallmechanismen. Bei Patienten unter 40 Jahren dominieren Hochenergietraumen, wie Unfälle und Stürze aus großer Höhe, die z.B. beim Sport entstehen. Bei älteren Patienten nimmt der Anteil der Frauen relativ zu und die Unfallmechanismen kommen überwiegend durch Niedrig-Energie-Traumen zustande, wie Stürze in der Wohnung, aus dem Stand oder beim langsamen Gehen. Durch die Atrophie der Muskulatur und dem oft osteoporotischen Knochenzustand, besonders bei Frauen nach der Menopause, kommt es auch bei solchen Traumen viel eher zu Frakturen (Strassmair et al., 2011).

Bei Patienten über 40 Jahren sind, wie oben schon erwähnt, hauptsächlich Niedrig-Energie-Traumen, die normalerweise nicht zum Knochenbruch führen, Ursache der distalen Radiusfraktur. Aufgrund einer Schwächung des Knochens durch Tumore oder Osteoporose kommt es jedoch auch bei diesen Einwirkungen zur Fraktur (pathologische Fraktur). Bei Verdacht auf eine Osteoporose sollte eine Knochendichtemessung durchgeführt und nach Frakturen weiterer Knochen gesucht werden.

Der häufigste Unfallmechanismus bei der distalen Radiusfraktur ist eine Abstützbewegung mit der Hand beim Sturz nach vorne oder nach hinten. Ebenso kann diese Fraktur als Begleitverletzung bei einem Polytrauma vorkommen oder seltener durch eine Unterarmrotation bei fixiertem Handgelenk.

Anhand der Frakturlinien stellt man sich den klassischen Entstehungsmechanismus wie folgt vor:

Zunächst bricht die palmare Corticalis. Nachfolgend bricht der Knochen auch auf der Dorsalseite. Bei entsprechender Krafteinwirkung bricht zusätzlich die Gelenkfläche und die proximale Handwurzelreihe drückt die Facies articularis carpalis des Radius ein.

1.3.2 Klassifikation

Es gibt verschiedene internationale Einteilungen (ca. 40) für die distale Radiusfraktur. Diese Klassifikationen spielen beim Vergleich der Frakturen eine wichtige Rolle, um den Therapieerfolg zu begünstigen.

Die weltweit am häufigsten verwendeten Klassifikationen sind die historische Einteilung entsprechend der Erstbeschreiber, die universelle Klassifikation nach Gartland und Werley, die Frykman-Klassifikation, die Klassifikation nach Melone und die AO-Klassifikation (Müller et al, 1990).

Nachfolgend werden diese Einteilungen näher beschrieben.

Die **historische** Einteilung benennt die wichtigsten Frakturtypen nach den Erstbeschreibern, wie z.B.

- Colles-Fraktur: Hyperextensionsfrakturen
- Smith-Fraktur: Flexionsfrakturen
- Barton-Fraktur: Abbruch eines dorsalen Kantenfragments am Radius
- Reverse-Barton-Fraktur: Abbruch eines palmaren Kantenfragments am Radius
- Galeazzi-Fraktur: Luxation des DRUG + Fraktur des distalen Radiusdrittels

Andere Eigennamen für spezielle Frakturen, die nicht den Erstbeschreiber bezeichnen, sind:

- Chauffeur-Fraktur: Fraktur des Proc. styloideus radii
- Punch-Fraktur: Impressionsfraktur der Fossa lunata des Radius
- Grünholz-Fraktur: Kindliche Fraktur, bei der die Kortikalis an der Konvexseite vollständig durchgebrochen, jedoch an der konkaven Seite nur angebrochen ist.

Weiterhin ist noch die **universelle** Klassifikation der distalen Radiusfrakturen nach Gartland und Werley anzuführen. Dort werden die Typen I bis IVd unterschieden und für jeden Typ gibt es eine eigene Therapieempfehlung. Sie ist vor allem im amerikanischen Raum wichtig.

Eine weitere Einteilung ist die **Frykman**-Klassifikation. Sie berücksichtigt unter anderem die Gelenkbeteiligung und enthält 8 Gruppen.

Die Klassifikation nach **Melone** unterscheidet intraartikuläre Frakturen und einzelne Fragmente werden durchnummeriert.

In Deutschland ist vor allem die Klassifikation der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (**AO**) gebräuchlich. Deshalb wird sie auch in dieser Arbeit ausschließlich verwendet und im folgenden genauer beschrieben.

Die vollständige AO-Klassifikation besteht aus 5 Stellen. Die erste Stelle wird gebildet aus einer Zahl von 1 bis 9, wobei jede Zahl von oben nach unten die Extremitäten mit Abschnitten durchnummeriert, d.h. 1 bezeichnet den Humerus, 2 die Knochen des Unterarms (Radius und Ulna), 3 den Femur und 4 die Knochen des Unterschenkels, also Tibia oder Fibula. Nummer 5 ist die Wirbelsäule, 6 Becken, 7 Hand, 8 Fuß und 9 bezeichnet den Schädel und den Unterkiefer.

Die zweite Stelle wird gebildet aus einer Zahl von 1 bis 3. Hiermit wird festgelegt, an welcher Stelle des Knochens sich die Fraktur befindet. Somit bedeutet 1 „proximal“, 2 „diaphysär“, also in der Mitte des Knochens, und 3 heißt „distal“. Die dritte Stelle besteht aus einem Buchstaben von A bis C mit folgender Bedeutung:

- A: extraartikulär
- B: teilweise intraartikulär
- C: vollständig intraartikulär.

Die 4. und 5. Stelle der Klassifikation werden gebildet von je einer Zahl zwischen 1 und 3 und stellen Hauptgruppen bzw. Untergruppen dar.

Im folgenden werden die 9 Hauptgruppen, dies sind jeweils A, B und C 1 bis 3 sowie deren 27 Untergruppen, genannt:

- A 1: Ulnafraktur
 - A1.1: Proc. Styloideus
 - A1.2: einfach metaphysär
 - A1.3: mehrfragmentär metaphysär
- A2: Radius, einfach
 - A2.1: keine Fehlstellung
 - A2.2: Fehlstellung nach dorsal
 - A2.3: Fehlstellung nach palmar

- A3: Radius, mehrfragmentär
 - A3.1: impaktiert
 - A3.2: mit Keil
 - A3.3: komplex
- B1: sagittal
 - B1.1: lateral einfach
 - B1.2: lateral mehrfragmentär
 - B1.3: medial
- B2: dorsale Kante (Barton)
 - B2.1: einfach
 - B2.2: frontal verlaufend
 - B2.3: dorsale Carpusdislokation
- B3: palmare Kante (reverse Barton)
 - B3.1: kleines Fragment
 - B3.2: großes Fragment
 - B3.3: mehrfragmentär
- C1: Artikulär und metaphysär einfach
 - C1.1: posteromediales Fragment
 - C1.2: sagittal verlaufend
 - C1.3: frontal verlaufend
- C2: Artikulär einfach, metaphysär mehrfragmentär
 - C2.1: sagittal verlaufend
 - C2.2: frontal verlaufend
 - C2.3: in die Diaphyse reichend
- C3: Artikulär mehrfragmentär
 - C3.1: metaphysär einfach
 - C3.2: metaphysär mehrfragmentär
 - C3.3: in die Diaphyse reichend

(Strassmair et al., 2011)

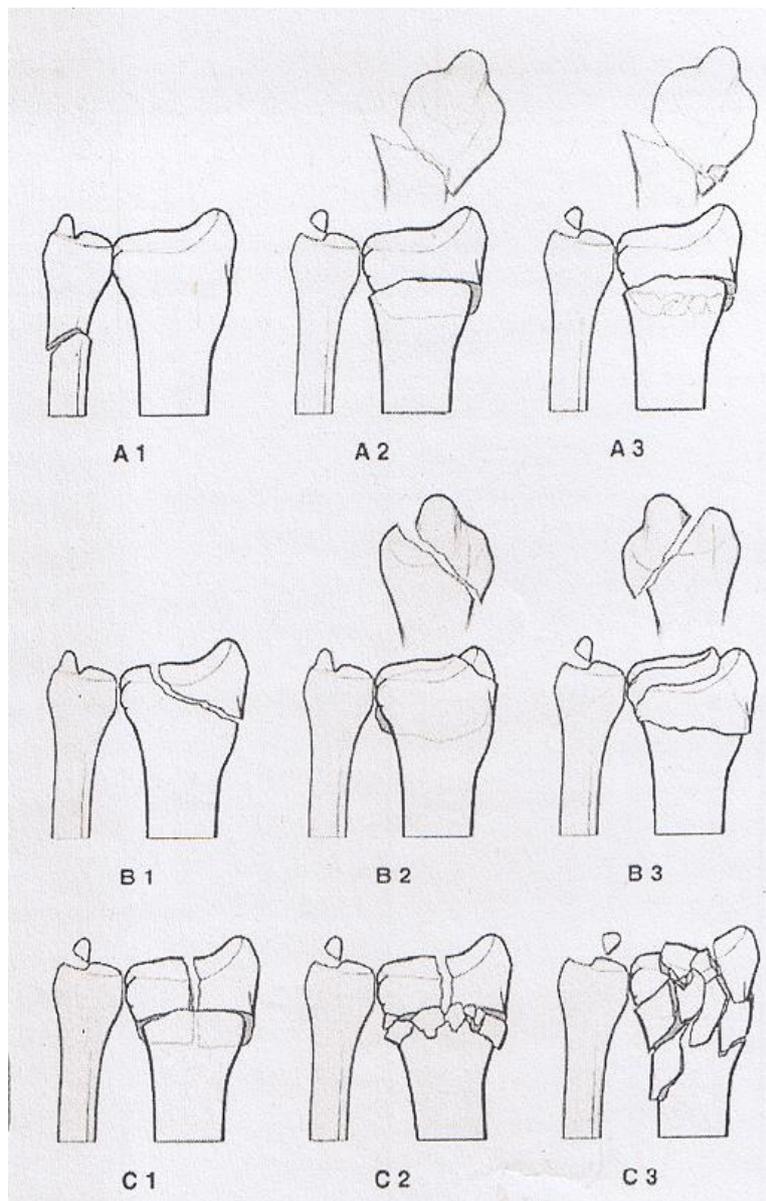


Abb. 13: (AO Klassifikation: aus Schmit-Neuerburg et al., 2001, Strassmair et al., 2011)

1.3.3 Begleitverletzungen

Häufig sind nach einer Fraktur des distalen Radius zusätzlich andere Strukturen verletzt, wie z.B. Knochen, Sehnen oder Bänder. Es kommt in ca. 2/3 der Fälle zu Begleitverletzungen am Carpus, nach denen auch aktiv gesucht werden muss. Dies können vor allem Frakturen oder Luxationen des Os lunatum oder des Os scaphoideum sein. Auch der Discus triangularis oder die intracarpalen Bänder können betroffen sein. Der Discus kann in der gleichen Operation wie die distale Radiusfraktur behandelt werden.

1.3.4 Diagnose

Die Diagnostik umfasst Anamnese, klinische Untersuchung und bildgebende Verfahren wie Röntgen oder CT. Besonders ist darauf zu achten, Begleitverletzungen auszuschließen. Das können Frakturen von benachbarten Knochen sein, Band- oder Nervenverletzungen.

Im Rahmen der Anamnese ist u.a. der Unfallmechanismus zu erfragen, Schmerzen sind zu lokalisieren und es gilt festzustellen, ob der Patient Schwierigkeiten hat, die Hand normal zu bewegen und zu benutzen. Ebenso wichtig sind die Fragen nach Begleit- oder Vorerkrankungen, Voroperationen und Allergien.

Bei der klinischen Untersuchung ist auf Schwellungen, Hämatome, Rötungen und offene Wunden sowie auf Fehlstellungen zu achten. Sehr häufig ist eine Schonhaltung des betroffenen Arms zu erkennen. Das typische klinische Bild einer distalen Radiusfraktur ist die Bajonett- und Fourchette (=Gabel) -Stellung. Bei der Bajonett-Stellung weicht die Hand nach radial ab (Adduktionsstellung); bei der Fourchette-Stellung ist die Hand relativ zur Unterarmebene nach dorsal verlagert.

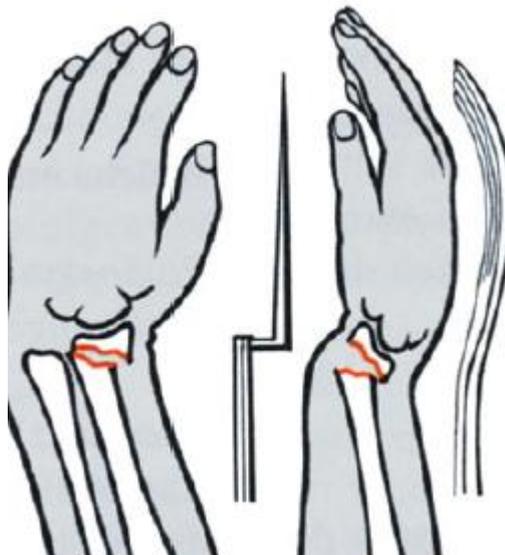


Abb. 14: Bajonett- und Fourchette-Stellung (Strassmair et al., 2011)

Grobe Knochenstufen und Krepitationen können evtl. schon durch Palpation identifiziert werden.

Die Knochenstellung und die Achsenverhältnisse werden durch bildgebende Verfahren, wie Röntgen oder CT, beurteilt.

Ebenso ist die Durchblutung, Motorik und Sensibilität (DMS) zu prüfen. Die Durchblutung ist durch Tasten der Pulse von A. radialis und A. ulnaris zu testen. Störungen der Motorik und Sensibilität können Hinweise auf Nervenschädigungen sein. Es folgt die apparative bildgebende Untersuchung.

Hierzu zählen

- Röntgen
- CT
- MRT

Röntgen

Die Röntgenuntersuchung beinhaltet je ein Röntgenbild von p.a. und seitlich, um auch undislozierte Frakturen zu erkennen, die nur in einer Ebene sichtbar sind. Das Röntgenbild sollte bis zum distalen Drittel des Unterarms reichen. Im Röntgenbild achtet man u.a. auf Unterbrechungen der Knochenkortikalis (Frakturen), Dislokationen, Stufen im Gelenk und Fehlstellungen. Je nach Lokalisation der Frakturlinien und Anzahl der Bruchstücke wird die Fraktur nach AO klassifiziert.



Abb. 15: Röntgenbild einer distalen Radiusfraktur (Ewerbeck, 2015)

Computertomographie

Eine Computertomographie vom Handgelenk wird meistens bei komplexen Frakturen angefertigt. Dies dient zur OP-Planung, zur genaueren Darstellung von Frakturlinien und für 3D-Rekonstruktionen, mit deren Hilfe die genaue Anzahl der Bruchstücke besser zu visualisieren sind. Ebenfalls dient es zur Einschätzung der radiokarpalen und radioulnaren Gelenkbeteiligung (Pennig et al., 2011).

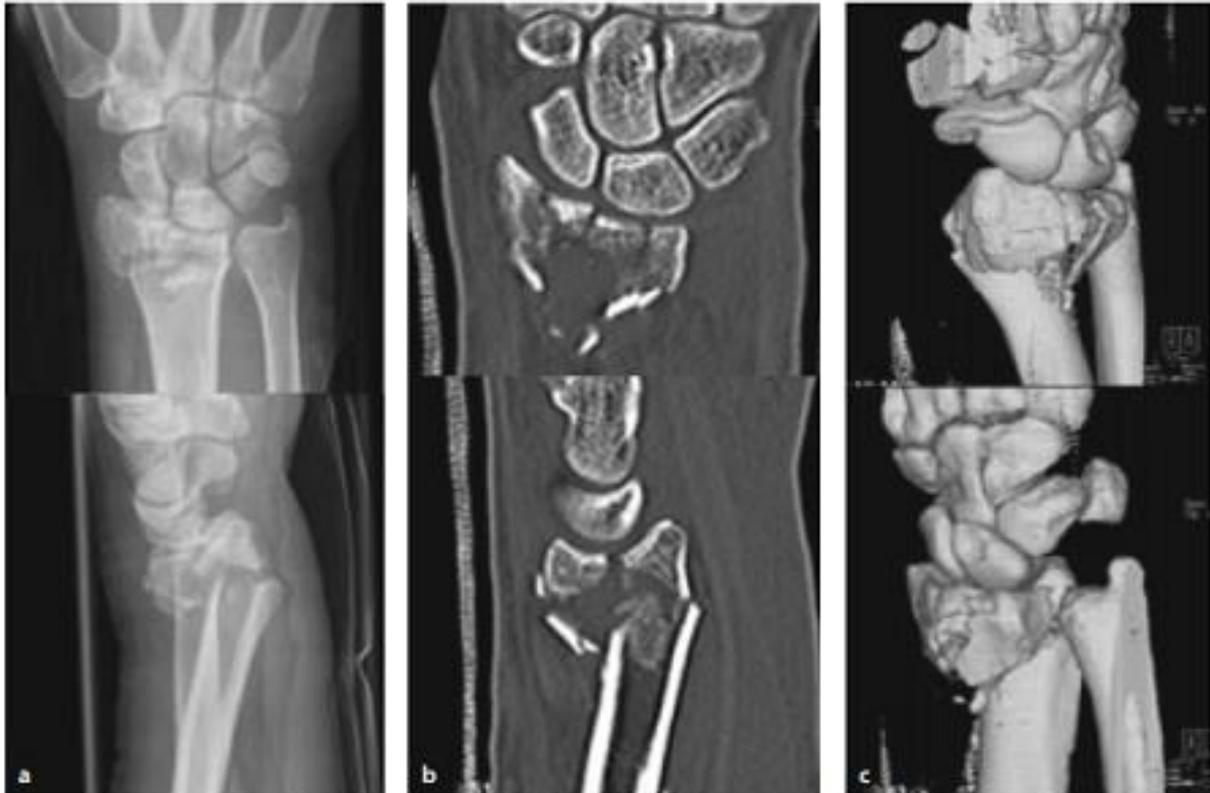


Abb. 16: Vergleich der Darstellung einer intraartikulären Fraktur im konventionellen Röntgen, in den Computertomographie-Dünnschichten und in der 3D-Rekonstruktion eines CTs

a Intraartikuläre Mehrfragmentfraktur mit dorsaler Trümmerzone

b In der Dünnschicht-CT zeigen sich das Ausmaß der Gelenkzerstörung, der metaphysäre Substanzdefekt sowie die dorsale Instabilität.

c In der 3D-Rekonstruktion können die einzelnen Fragmente in ihrer Lagebeziehung beurteilt werden (Towfigh et al., 2014).

MRT

Zur Diagnostik von Band- oder Weichteilverletzungen ist eine MRT-Untersuchung oder eine Arthro-CT möglich. Mit Hilfe der MRT sind auch Knochenödeme erkennbar. Bezüglich der therapeutischen Relevanz hinsichtlich der distalen Radiusfraktur ist die Bedeutung der Kernspintomographie aber eher gering.

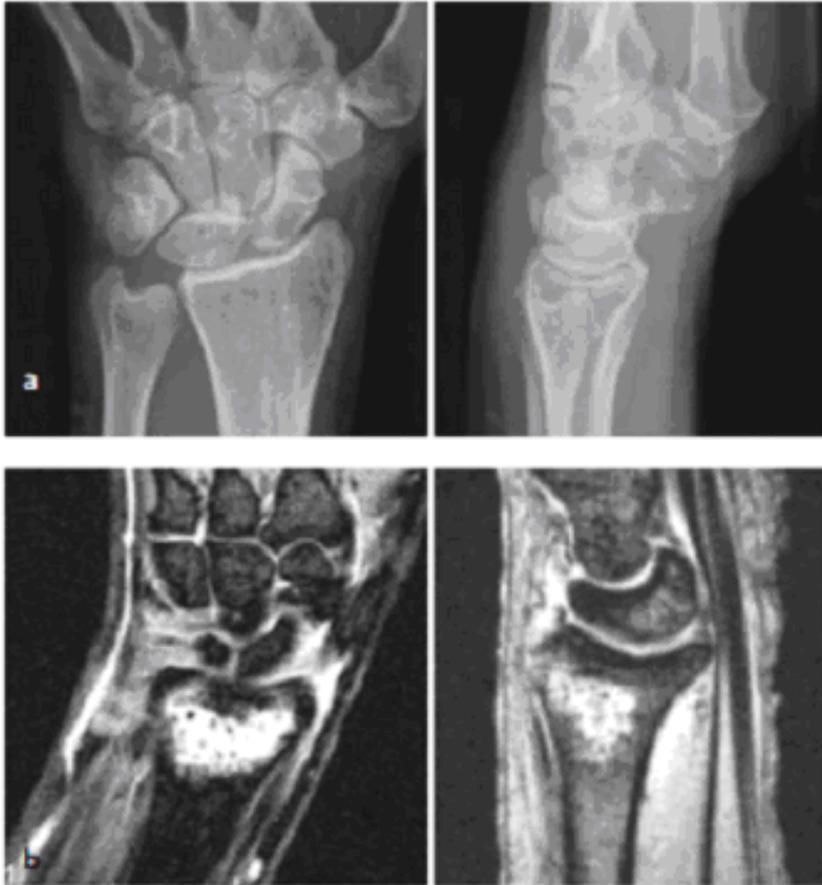


Abb. 17: Kernspintomographie bei distaler Radiusfraktur

a Unauffälliges konventionelles Röntgenbild nach Hyperextensionstrauma mit entsprechenden klinischen Beschwerden

b In der MRT: Darstellung eines „bone bruise“ des distalen Radius (Towfigh et al., 2014)

Die größte Bedeutung der bildgebenden Verfahren hat jedoch das konventionelle Röntgenbild in 2 Ebenen. Es stellt die Basisdiagnostik dar (Matschke et al., 2004). Eine weitere diagnostische, aber nicht klassisch bildgebende, Methode ist die **Arthroskopie**, mit welcher auch minimal-invasiv therapiert werden kann. Sie dient zur Darstellung von intraartikulären Frakturen. Kleine Knorpel- und Knochenreste können entfernt und das Operationsergebnis kontrolliert werden.

1.3.5 Behandlung und Komplikationen

Behandlung

Das Behandlungsverfahren für die distale Radiusfraktur ist entweder konservativ oder operativ. Welches Behandlungsverfahren gewählt wird, ist abhängig von der Klassifikation der Fraktur, den Wünschen des Patienten und den Verfahren, mit welchen der Operateur vertraut ist.

Um mögliche Weichteilschäden und Nervenschädigungen zu vermeiden, sollte die Behandlung der Fraktur zeitnah erfolgen. Als Narkoseverfahren werden Allgemein- oder Lokalanästhesie angewandt.

Entscheidend für die Wahl des Behandlungsverfahrens ist auch, ob eine stabile oder instabile Fraktur vorliegt, gemäß den Kriterien für Stabilität und Instabilität (Jupiter, 1997). Ist die Fraktur nur isoliert metaphysär ohne Verletzung von Begleitstrukturen, gilt sie als stabil. Bei starken Dislokationen, initiale Dislokation $> 20^\circ$ nach dorsal, großem Ulnavorschub von $> 3\text{mm}$, hohem Alter von > 60 Jahren, dislozierter Basisfraktur des Proc. styloideus ulnae sowie einer palmaren und dorsalen metaphysären Trümmer-zone, gilt sie als instabil (Siebert et al., 2006), siehe auch weitere Ausführungen in Kapitel 1.3.6.2.

Im Allgemeinen muss bei jüngeren und sportlich aktiven Patienten möglichst früh ein anatomisch korrektes und funktional stabiles Ergebnis angestrebt werden, dies bedeutet, dass eher mit Platten operiert werden muss, wohingegen bei älteren Patienten mit niedrigeren Ansprüchen und hohem Narkoserisiko öfter konservativ therapiert wird. Die genaue anatomische Rekonstruktion ist unbedingt wichtig, damit es nicht zu Einschränkungen bei der Beweglichkeit, der Kraft beim Faustschluss oder anderen Funktionseinschränkungen und Schmerzen kommt. Ebenso darf die Gelenkstufe nicht über 2 mm groß bleiben, da sich sonst das Risiko für eine Handgelenksarthrose erhöht (Strassmair et al., 2011). Gemäß den Arbeiten von Fernandez (Fernandez et al., 1991), Trumble (Trumble et al., 1994) und Doi (Doi et al., 1999) reichen schon Gelenkstufen von 1mm Größe, um anhaltende Schmerzen und Gelenksteifigkeit auszulösen.

Ziel der Behandlung der distalen Radiusfraktur ist u.a. die Schmerzfreiheit, die durch Gabe von nichtsteroidalen Antiphlogistika oder Opioiden erreicht werden kann. Ebenso ist ein gutes funktionelles Ergebnis wichtig, das die genaue anatomische Rekonstruktion voraussetzt.

Ein weiteres Ziel ist es, Wiederholungsfrakturen zu verhindern, indem z.B. Bisphosphonate verabreicht werden, um eine mögliche Osteoporose zu behandeln und den Knochen zu stabilisieren (Smektala et al., 2009).

Komplikationen

Komplikationen und Gefahren für die Weichteile sind:

- **Hämatombildung:**

Hierbei handelt es sich um Einblutungen in die Subkutis und/oder in die Muskulatur mit folgenden wechselnden Erscheinungsbildern:

Direkt nach der Verletzung:	rot
Nach 24-96 Stunden:	dunkelrot-violett-blau-schwarz
Nach 4-7 Tagen:	dunkelgrün
Ab dem 7. Tag:	gelblich-braun

(Fritsch, 2009)

- **Karpaltunnelsyndrom:**

„Das Karpaltunnelsyndrom bezeichnet eine chronische Kompression des Nervus medianus unter dem Retinaculum musculorum flexorum im Karpaltunnel. Die Symptome ergeben sich aus der Funktion des N. medianus peripher des Karpaltunnels“ (AMBOSS GmbH, 2019). Die Patienten klagen zunächst über nächtliche Schmerzen in Zeige- und Mittelfinger sowie im Daumen; im weiteren Verlauf kommt es zu einer Atrophie des Daumenballens. „Beschränkt sich die Symptomatik auf nächtliche Schmerzen, kann ein Therapieversuch mit Ruhigstellung des Arms in der Nacht und kurzzeitiger medikamentöser Schmerztherapie erfolgen. Im Allgemeinen wird jedoch eine früh-zeitige operative Dekompression durch Spaltung des Retinaculum musculorum flexorum angestrebt“ (AMBOSS GmbH, 2019; Müller, 2012/13; Wirtz et al., 2013; Hoffmann et al., 2009).

- **Infektion:**

Besiedelung mit Krankheitserregern und nachfolgender Schädigung

- **Eingeschränkte Handgelenksfunktion**

- **CRPS:**

Das komplexe regionale Schmerzsyndrom (CRPS) ist eine zumeist posttraumatisch entstehende Erkrankung der Extremitäten, bei der es zu schmerzhaften Funktionsstörungen des sympathischen Nervensystems kommt. Eine multimodale Therapie sollte frühzeitig eingeleitet werden. Noch wichtiger ist jedoch ein schonendes

Vorgehen bei diagnostischen und therapeutischen Eingriffen, um die Entstehung der Erkrankung möglichst zu verhindern (Imhoff et al., 2014).

Komplikationen in Zusammenhang mit den Knochen sind:

- Implantatlockerung
- Materialbruch
- Posttraumatische Arthrose
- Pseudarthrose (Prommersberger et al., 2007)
- Verletzung von A. radialis oder N. medianus
- Überkorrektur
- Übersehen einer skapholunären Dissoziation (Nienstedt, 1998)
- Schraubenfehlage, z.B. intraartikuläre Lage der Schraubenspitze
- Sekundäre Dislokation

In größeren Studien wurden Komplikationsraten von bis zu 30 % festgestellt (Menzel et al., 2001; Cooney et al., 1980; Meine, 1989).

1.3.6 Therapien

1.3.6.1 Konservative Therapie

Die konservative Behandlung besteht aus einer Ruhigstellung der Fraktur im Unterarmgips mit oder ggf. ohne vorherige Reposition der Fraktur. Nachteilig an der konservativen Behandlung ist, dass die Frakturstücke anatomisch nicht so exakt reponiert und fest fixiert werden können, wie z.B. mit Osteosyntheseplatten. Folglich kann es zur Ausheilung in Fehlstellungen kommen, aus welchen sowohl Kraft- als auch Funktionsverluste resultieren können.

Die Stellung der Hand im Gips ist eine 30°-Extensionsstellung ohne Pro- oder Supination. Die Flexionsstellung (sog. Schede-Stellung) ist kontraindiziert aufgrund einer möglichen Kompression des N. medianus, des fehlenden Faustschlusses und einer höheren Inzidenz eines späteren bleibenden Schmerzsyndroms (Strassmair et al., 2011). Nach der Reposition wird ein Gips anmodelliert und Gipsbinden werden angebracht. Außerdem wird zusätzlich mit Watte oder anderen Stoffen gepolstert, um Druckstellen zu vermeiden. Abschließend wird der Gips noch komplett palmar gespalten, damit sich kein zu großer Druck aufbauen kann, falls es zur weiteren Schwellung der Weichteile kommen sollte.

Nach Anlage des Gipses erfolgt eine Röntgenkontrolle zur Dokumentation der korrekten Position. Der Gips wird 7-10 Tage belassen, bis das Handgelenk abgeschwollen ist, so dass ein neuer Gips angebracht werden kann, der weitere sechs Wochen verbleibt. Regelmäßige Röntgenkontrollen sind unerlässlich, um sekundäre Dislokationen auszuschließen. Sind bei den Röntgenkontrollen größere Dislokationen sichtbar, muss an eine Umstellung des Verfahrens, d.h. an eine Operation gedacht werden. Der Patient sollte unbedingt instruiert werden, sofort den Arzt aufzusuchen, wenn er Veränderungen bemerkt, wie z.B. Kribbeln, Taubheit oder zunehmende Schmerzen.

Eine schmerzfreie Reposition wird durch eines von 3 möglichen Anästhesieverfahren erreicht. Dafür stehen Bruchspaltanästhesie, Plexusanästhesie und Allgemeinnarkose zur Verfügung. Zur Schmerzfreiheit ist die Bruchspaltanästhesie ausreichend. Die Plexusanästhesie bietet zusätzlich den Vorteil, dass damit Bewegungen der großen Muskeln des Arms ausgeschaltet werden. Die Allgemeinanästhesie kommt nur selten zum Einsatz, wie z.B. bei sehr ängstlichen Patienten oder Patienten mit niedriger Compliance.

Zur Durchführung der Reposition wird der Patient in Rückenlage gebracht, der betroffene Oberarm wird 90° abduziert und der Unterarm zeigt nach oben. Daumen, Zeige- und Ringfinger werden in sogenannten Mädchenfängern fixiert. Dies sind hohle Hülsen aus Korbmaterial, durch welche die Finger festgehalten werden. Am oberen Ende dieser Hülsen sind Aufhängungen angebracht, mit denen die Hand nach oben gezogen wird. Als Gegengewicht werden an den Oberarm 5-8 kg Gewicht gehängt, um Zug zu erzeugen. Nach 5-10 Minuten Aushängen sind viele Frakturen schon durch dieses Verfahren reponiert; im anderen Fall erfolgt dies durch manuelle Hilfshandgriffe. Nach der wie oben beschriebenen Reposition erfolgt die Gipsanlage.

Am Tag nach dem Unfall bei der 1. Gipskontrolle werden bereits erste krankengymnastische Übungen verordnet, wie z.B. Bewegung der Finger und des Ellenbogens. Es erfolgen wöchentliche Röntgenkontrollen. In der Regel wird nach sechs Wochen der Gips abgenommen und eine letzte Röntgenkontrolle wird durchgeführt.

1.3.6.2 Operative Therapie

Falls die konservative Therapie aufgrund der Schwere des Bruches nicht ausreicht, ist ein operativer Eingriff notwendig. Dies ist der Fall, wenn eine Gelenkbeteiligung vorliegt oder wenn es Kriterien für eine instabile Fraktur gibt.

Dies sind :

- Abweichung des Fragments von über 20° nach dorsal
- Abriss- oder Basisfrakturen des Proc. styloideus ulnae mit Verschiebung (Frykman, 1967; Langenberg, 1989; Mikic, 1995; Poigenfürst et al., 1978; Rappold et al. 1997; Sarmiento et al., 1975; Schweiberer, 1973).
- Flexionsfraktur mit Verschiebung des Fragments
- Fraktur mit Gelenkbeteiligung und Dislokation
- Trümmerzonen der Metaphyse
- Ulnavorschub größer als 3 mm

Vor einer Operation ist der Patient über möglicherweise auftretende Komplikationen aufzuklären, wie in Kapitel 1.3.5 aufgeführt. Dazu gehören auch allgemeine Komplikationen wie Blutung, Nachblutung oder Narkoserisiko.

Verschiedene Arten von Metallimplantaten stehen zur Verfügung, um eine distale Radiusfraktur zu versorgen. Die Wahl des Implantats ist oft nicht einfach, da mehrere Kriterien wie Knochenqualität, Frakturklassifikation und Weichteilsituation berücksichtigt werden müssen.

Die verschiedenen Operationsmöglichkeiten sind:

- Kirschnerdrahtosteosynthesen
- (winkelstabile) Plattenosteosynthesen
 - palmar oder dorsal
- Schraubenosteosynthesen
- Versorgung mit Fixateur externe
- Sonderimplantate wie z.B. Marknagelung

1.3.6.2 a. Kirschnerdrahtosteosynthese

Diese Art der Osteosynthese ist besonders geeignet für gesunde, jüngere Patienten mit einfachen Frakturen. Hierzu zählen:

- Extraartikuläre Frakturen (Keine C2 oder C3 – Frakturen)
- Stabile Frakturen
- Frakturen ohne große Dislokation
- Patienten unter 60 Jahren (ohne Osteoporose)

Durchgeführt wird die Osteosynthese mit Kirschnerdrähten von 1,5-2 mm Dicke. Bei der Anbringung der Kirschnerdrähte ist auf folgendes zu achten:

Die Drähte dürfen nicht parallel verlaufen, da es sonst zu einer Fragmentverschiebung kommen würde, sondern müssen sich in 2 Ebenen überkreuzen (Strassmair et al., 2011; Oestern, 1999). Der Draht sollte nicht mit zu hoher Drehzahl eingebohrt werden, um Hitzeentwicklung zu vermeiden. Die Hitze würde zu Nekrosen führen, folglich könnten die Drähte nach proximal wandern und die Fraktur wäre unzureichend fixiert.

Ein großer Vorteil der Kirschnerdrahtosteosynthese ist das niedrige Operations-trauma. Steriles Arbeiten ist Voraussetzung, denn es besteht die Gefahr der Entwicklung einer Infektion an den Eintrittspforten der Drähte.

Der um 180° gedrehte Bildwandler wird bei der offenen K-Draht-Fixation als Operationstisch verwendet (Strassmair et al., 2011; Oestern, 1999). Als Narkoseverfahren kommt die Lokalanästhesie infrage, außer bei der offenen Methode, bei welcher der Ramus superficialis des N. radialis angeschlungen wird. In diesem Fall wird mit Plexus- oder Allgemeinanästhesie betäubt. Der Arm wird auf einem Armtisch gelagert (Oestern, 1999).

Die OP nach dem offenen Verfahren erfordert einen 1 Zentimeter langen Schnitt an der Tabatière, um den Proc. styloideus radii zu erreichen. Der Schnitt wird parallel zum Ramus superficialis nervi radialis gesetzt, um den Nerv anzuschlingen, damit dieser bei der OP nicht verletzt wird. Dies ist eine häufige Komplikation der Kirschnerdrahtosteosynthese. Die Sicherung des Nervs ist notwendig, da es im Bereich des distalen Radius eine hohe Variabilität in Verlauf und Anzahl der Äste des Ramus superficialis n. radialis gibt und sich dieser auch sehr nah am Knochen befindet (Strassmair et al., 2011; Oestern, 1999).

Die Kirschnerdrahtosteosynthese umfasst u.a. folgende Verfahrenstypen:

- die Methode nach Lambotte
- die Methoden nach Kapandji und
- kombinierte Verfahren (Strassmair et al., 2011)

Bevor die Kirschnerdrähte eingezeichnet werden, ist bei der geschlossenen Kirschnerdrahtspickung deren gewünschte Lage auf der Haut des Handgelenks zu markieren. Es werden 2-3 Kirschnerdrähte verwendet. Diese werden vom distalen lateralen Ende des Proc. styloideus radii in einem Winkel von 30-45° nach proximal ulnar eingebohrt, so dass sie fest in der Gegencorticalis verankert sind. Optional kann zusätzlich von der distalen ulnaren Spitze des Radius ein Kirschnerdraht nach radial proximal in die laterale Gegencorticalis des Radius eingebracht werden. Die

Kirschnerdrähte können entweder so eingesetzt werden, dass die Enden aus der Haut herausragen und umgebogen werden, oder sie können subkutan gelegt werden. Aufgrund der Infektionsgefahr sind bei beiden Methoden die Drahtenden regelmäßig zu kontrollieren. Nach Abschwellung des Handgelenks kann die Methode, bei welcher die Drahtenden subkutan liegen, Perforationen der Haut zur Folge haben. Zur besseren Kontrolle der Einstichstellen werden leichte abnehmbare Gipse, z.B. eine Gipslonguette oder ein gefensterter Unterarmgips, verwendet. Weitere Komplikationen der Kirschnerdrahtosteosynthese, die häufiger auftreten, sind Nervenschädigungen und Weichteilschäden, sekundäre Dislokation, Algodystrophie und Implantatlockerung. Seltene Komplikationen sind Sehnenläsion und Pseudarthrose.

Die Kirschnerdrähte können nach 6-8 Wochen entfernt werden. Die Weiterbehandlung ähnelt der konservativen Therapie, u.a. Röntgenkontrollen nach einem Tag, anschließend im Abstand von 1, 4 und 8 Wochen. Nach Entfernung der Kirschnerdrähte kann mit krankengymnastischen Übungen und Lymphdrainage begonnen werden. Das letztere ist jedoch ein älteres Verfahren, das selten angewandt wird.

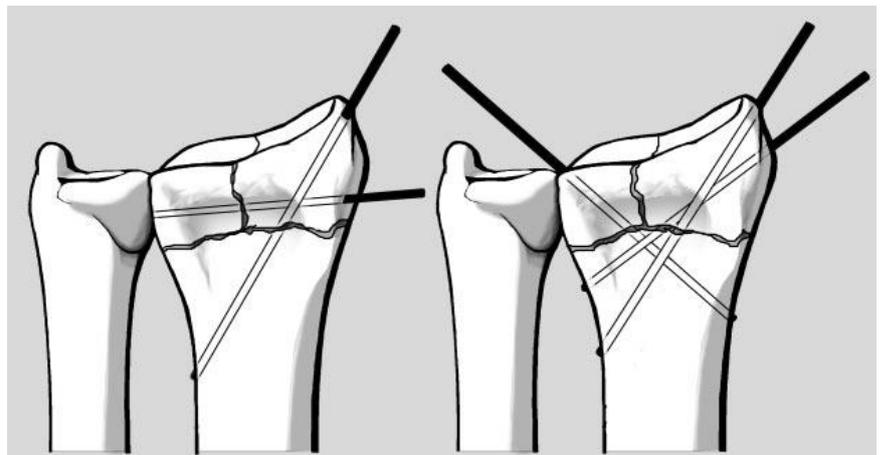


Abb. 18 links: unzureichende Frakturversorgung mit Kirschnerdrähten (Strassmair et al., 2011)

Abb.19 rechts: artgerechte Kirschnerdrahtversorgung bei dorsoulnaem Fragment (Oestern, 1999)

1.3.6.2 b. Schraubenosteosynthese

Die Indikation für eine Schraubenosteosynthese ist eine B1-Fraktur. Dabei handelt es sich um eine Abrissfraktur des Proc. styloideus radii (Truc-Vallet et al., 2012). Durch Einbringung einer Schraube wird durch die interfragmentäre Kompression das Fragment festgehalten und fixiert. Die Gefahr der Sehnen- oder Nervenverletzung ist eher gering.

1.3.6.2 c. Plattenosteosynthese

In den letzten Jahren hat sich die winkelstabile Plattenosteosynthese immer mehr durchgesetzt und ist zum weitaus häufigsten operativen Therapieverfahren geworden (Maier et al., 2012). Im Klinikum rechts der Isar werden bei ca. 90 % der Patienten mit distalen Radiusfrakturen winkelstabile Osteosyntheseplatten eingesetzt. Der Vorteil besteht darin, dass eine exakte anatomische Wiederherstellung möglich und das Ergebnis stabil ist und es selten zu Dislokationen kommt. Besonders bei Osteoporose sind winkelstabile Platten gut geeignet.

Durch die Plattenosteosynthese sind eine frühzeitige funktionelle Benutzung des Handgelenks sowie Physiotherapie möglich und die Krankheitszeit wird verkürzt. Auch können Begleitverletzungen leichter in der gleichen OP therapiert werden. Nachteile der Plattenosteosynthese sind jedoch die hohen Kosten und die Möglichkeit, dass die Platte, falls sie Komplikationen verursacht, nach einigen Jahren entfernt werden muss.

Früher war die palmare Plattenosteosynthese nur für B3- und Flexionsfrakturen indiziert. Seit aber in den 1990er Jahren die winkelstabile Platte eingeführt wurde (Rudolph et al., 2012), ist die Indikation auch auf die häufigeren Extensionsfrakturen erweitert. Nach palmar dislozierte Frakturen erfordern eine palmare Abstützplatte; dies ist heute das Verfahren der Wahl (Nienstedt, 1998). Die winkelstabile volare Platte wirkt als Fixateur interne und bietet besonders gute Stabilität bei genauer anatomischer Reposition der Corticalis und subchondralem Verlauf der Schrauben. Die exakte Reposition und stabile Retention sind auch entscheidend für den klinischen Therapieerfolg nach der distalen Radiusfraktur (Gartland et al., 1951; Kapandji, 1987; Kwasny et al., 1991; Kwasny et al., 1990; Tscherne et al., 1990; Menzel et al., 2001).



Abb. 20: volare Plattenosteosynthese (Strassmair et al., 2011)

Um Sehnenkomplikationen zu vermeiden, ist darauf zu achten, dass die Platte nicht zu weit distal liegt; sie sollte sich proximal der palmaren Gelenkkapsel befinden. Die Platte soll von Muskeln bedeckt sein, um nicht direkt mit den Sehnen in Berührung zu kommen.

Es gibt 2 mögliche Zugangswege für die palmare Plattenosteosynthese, den medialen und den radialen Zugang. Der radiale Zugang ist sicherer, da hier eine viel geringere Verletzungsgefahr für den N. medianus besteht, der beim medialen Zugang mobilisiert werden muss. Der mediale Zugang befindet sich zwischen den Sehnen der M. flexor carpi radialis und M. palmaris longus, der radiale hingegen liegt zwischen der A. radialis und dem M. flexor carpi radialis (Strassmair et al., 2011). Generell können palmare winkelstabile Platten im Körper belassen werden, sofern sie nicht zu Beschwerden führen. Die Indikationen zur Entfernung von palmaren winkelstabilen Platten können wie folgt eingeteilt werden:

Absolute Indikationen:

- Intraartikuläre Schraubenlage
- Hinweise auf Sehnenirritationen (klinisch oder sonographisch)
- Karpaltunnelsyndrom
- Weichteilschäden verbunden mit Schmerzen
- Implantatlockerung, sichtbar im Röntgenbild
- Materialunverträglichkeit
- Infektionen

Relative Indikationen:

- Patientenwunsch
- Lockerung von Schrauben
- Implantatdislokation oder Fehlstellung
- zu lange Schrauben ohne klinische Beschwerden

Sowohl bei der Entfernung wie auch beim Belassen der Implantate können Probleme auftreten, die mit dem Patienten zu besprechen sind. Die Mehrheit der Autoren entsprechender wissenschaftlicher Beiträge scheint die Entfernung nur im Ausnahmefall durchzuführen. Die erneuten Kosten der Entfernung sollten kein Kriterium darstellen und die Entscheidung nicht beeinflussen (Breyer, 2008).

Seit Einführung der winkelstabilen Platte, welche die konventionellen Verfahren wie gelenküberbrückender Fixateur externe und dorsale Plattenosteosynthese aus ihrer führenden Rolle weitgehend verdrängt hat (Stahel et al., 2005), verwendet man diese auch für nach dorsal dislozierte Frakturen. Irritationen von Strecksehnen sind dabei deutlich seltener. Dieses Problem trat früher vermehrt auf, als dorsale Plattenosteosynthesen noch häufiger durchgeführt wurden. Heute wird diese Methode lediglich in 10-15 % der Fälle eingesetzt. Dennoch gibt es weitere Indikationen für dorsale Plattenosteosynthesen. Hierzu zählen z.B. die B2 – Frakturen.

Winkelstabile Platten weisen eine niedrigere Zugangsmorbidität auf (Walz et al., 2004; Dumont et al., 2003; Schmidt et al., 1977).

Einige besonders komplexe Frakturen, d.h. vom Typ C2 oder C3, benötigen ggf. eine kombinierte dorsale und volare Plattenosteosynthese, z.B. im Falle von Trümmerzonen beidseits des Radius. Durch die Platten von beiden Seiten werden die Fragmente umklammert. Dies könnte jedoch dazu führen, dass der Platz im Karpaltunnel zu eng wird und deshalb für eine ausreichende Weite des Karpaltunnels gesorgt werden muss.

Im Klinikum rechts der Isar wurden Platten der Marken Synthes und Aptus verwendet. Sie werden im Rahmen dieser Studie im Kapitel 4.2.4 hinsichtlich des Outcomes verglichen.

1.3.7 Nachbehandlung der distalen Radiusfraktur

Die Nachbehandlung der distalen Radiusfraktur ist bei jedem Patienten individuell. Durch unterschiedliche Schweregrade der Fraktur, verschiedene Therapieverfahren und jeweils anderen Begleitverletzungen, ist auch die Dauer der Nachbehandlung von diesen Faktoren abhängig. Anfangs wird eine dorsale Schiene angelegt, welche die Beweglichkeit einschränkt. Der Vorteil ist jedoch eine raschere Abschwellung und ein schnellerer Rückgang der Schmerzen. Dies ermöglicht den Beginn frühfunktioneller Beübungen des Handgelenks.

Die Nachbehandlung besteht aus drei Phasen:

In der Frühphase stehen die Hochlagerung des Arms und die Kühlung im Vordergrund. Außerdem sind alle Finger ab dem ersten postoperativen Tag zu bewegen (Nienstedt, 1998). Dies dient zur Abschwellung. Ebenfalls wird, sofern erforderlich, die manuelle Lymphdrainage durchgeführt und Schmerzmittel werden verabreicht.

In der intermediären Phase steht an erster Stelle die Ergo- und Physiotherapie mit dem Ziel der Verhinderung von Muskelatrophie und Fehlstellungen sowie die Verbesserung der Weichteildurchblutung.

In der Spätphase erfolgt der Muskelaufbau der Hand und des Unterarms sowie die komplette Wiedereingliederung in den Beruf und die Wiederaufnahme aller anderen alltäglichen Tätigkeiten.

1.4 Arthrose

Arthrose ist eine degenerative Gelenkerkrankung (Braun et al., 2013). Sie kommt durch übermäßige Belastung und Abnutzung von Gelenken zustande oder nach Frakturen, die nicht in der anatomisch korrekten Stellung verheilt sind. Bei der Handgelenkarthrose nach distalen Radiusfrakturen waren die beobachteten Beschwerden hauptsächlich Schmerzen, Bewegungseinschränkungen und Kraftverlust. Arthrose ist aber auch im Röntgenbild ersichtlich.

Radiologische Arthrosezeichen:

- Gelenkspaltverschmälerung
- Subchondrale Sklerosierung
- Osteophyten und
- Subchondrale Geröllzysten (Herold, 2012)

Das Risiko für eine posttraumatische Arthrose des Handgelenks besteht bei intraartikulären distalen Radiusfrakturen mit verbliebener Gelenkstufe, Ulnavorschub, in Fehlstellung verheilten Frakturen und nach nicht ausgeheilten oder nicht erkannten Handwurzelverletzungen sowie nach Bandverletzungen.

Die meisten Problemfälle treten bei intraartikulären distalen Radiusfrakturen mit verbliebener Fehlstellung oder Gelenkstufen auf. Nach Knirk und Jupiter (1986) bedeutet eine Gelenkstufe von über 2 mm ein Arthroserisiko von 100%.

Verbleibende Gelenkstufen in der Fossa scaphoidea wirken sich aufgrund der Beweglichkeit des Os scaphoideum schlimmer aus als in der Fossa lunata (Friedel et al., 2005).

Knirk und Jupiter haben die Größe der Gelenkstufen in Grad von 0 bis 3 wie folgt eingeteilt:

- Grad 0: Gelenkstufe < 1 mm
- Grad 1: Gelenkstufe 1-2 mm
- Grad 2: Gelenkstufe 2-3 mm
- Grad 3: Gelenkstufe > 3 mm

(Prommersberger, 2008)

Kellgren und Lawrence haben die Arthrose gem. der nachfolgend aufgeführten radiologischen Kriterien unterteilt. Dabei werden Osteophytenbildung, Gelenkspaltweite, Sklerosierung und Deformierung beurteilt und entsprechend der Ausprägung durch Punkte bewertet.

Tabelle 1: Arthrosekriterien nach Kellgren & Lawrence (Kellgren et al., 1957)

Osteophyten	Gelenkspalt	Sklerosierung	Deformierung	Punkte
Keine/fraglich	Nicht/fraglich verschmälert	Keine	Keine	0
Eindeutig	Deutlich verschmälert	Leicht	Leicht	1
Groß	Stark verschmälert	Leicht mit Zystenbildung	Deutlich	2
	Aufgehoben	Stark mit Zystenbildung		3

Nach Addition der Punkte ergibt sich eine Zahl zwischen 0 und 10. Daraus resultieren wie folgt die 4 Arthrosegrade:

Grad 1 = 1 - 2 Punkte

Grad 2 = 3 - 4 Punkte

Grad 3 = 5 - 9 Punkte

Grad 4 = 10 Punkte

Grad 1 und 2 können meist konservativ behandelt werden, Grad 3 und 4 stellen dagegen eine OP-Indikation dar (Antwerpes et al., 2015).

Durch Fehlstellungen oder Gelenkstufen kommt es vermehrt zu mechanischem Stress, welcher den Knorpelstoffwechsel verändert (verstärkter Proteoglykanabbau, erhöhte Aktivität der Matrixmetalloproteinasen). Durch Mikrofrakturen und Erosionen des geschädigten Gelenkknorpels werden bei der Gelenkbewegung durch Druck und Reibung Knorpelpartikel mobilisiert, die zur schmerzhaften Synovialitis führen (Pschyrembel, 2002).

Zur Therapie der schweren Arthrose können operativ Arthrodesen, Teilarthrodesen, Handwurzelknochenfusionen oder –entfernungen sowie Denervierungen des Handgelenks oder Korrekturosteotomien durchgeführt werden (Friedel et al., 2005).

2. Zielstellung der Arbeit

Bewegungseinschränkungen und Schmerzen nach einem operativen Eingriff gehören zu den häufigsten Beeinträchtigungen von Patienten.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war herauszufinden, inwieweit diese Beeinträchtigungen, nach operativer Versorgung distaler Radiusfrakturen, auf eine posttraumatische Arthrose zurückzuführen sind. Deshalb wurden Patienten, die im Klinikum rechts der Isar im Zeitraum von 2007 bis 2011 wegen einer distalen Radiusfraktur operiert worden waren, im Rahmen dieser retrospektiven Studie bezüglich Funktion und Schmerzen nachuntersucht.

Um mögliche Ursachen der posttraumatischen Arthrose herauszuarbeiten, wurden zahlreiche Kriterien mit einbezogen, wie z.B. das Alter und das Geschlecht der Patienten, Zusammenhänge mit deren Berufsausübung, die Art und das Verfahren der Implantate, die Frakturklassifikation oder auch das Jahr und der Zeitraum seit der Operation.

Weiterhin wurden die subjektiv und objektiv messbaren Parameter nach der OP dieser Frakturen auf der Grundlage von 3 Fragebögen und mit Hilfe bestimmter Scores festgestellt. Die Ergebnisse der Scores wurden durch statistische Testmethoden (es wurden 5 verschiedene Tests angewendet) miteinander verglichen, um mögliche Korrelationen bzw. signifikante Unterschiede zu erkennen. Die Röntgenergebnisse wurden ebenfalls mit einbezogen, um die Häufigkeit und die Intensität der posttraumatischen Arthrose zu erfassen.

Im Detail wurden folgende Unterfragestellungen bearbeitet:

Kapitel 4.2.1, Fragestellung 1:

Zusammenhang der Bruchklassifikation, des OP-Codes und dem Zeitraum seit der OP mit dem Mayo- oder DASH-Score

Kapitel 4.2.2, Fragestellung 2:

Zusammenhang des Gesamtscores Röntgen mit dem Mayo- oder DASH-Score

Kapitel 4.2.3, Fragestellung 3:

Vergleich von ein- und zweizeitigen OPs auf einen Zusammenhang mit den Frakturtypen und dem Mayo- oder DASH-Score

Kapitel 4.2.4, Fragestellung 4:

Vergleich der Plattenmarken auf Auswirkung auf den Mayo-Score

Kapitel 4.2.5, Fragestellung 5:

Zusammenhang zwischen Frakturtyp und Arthrosegrad

Abschließend wurden die Ergebnisse dieser Studie mit denen anderer ähnlicher Studien verglichen und diskutiert. Zielsetzung war hier, die Qualität der Operationsergebnisse am Klinikum rechts der Isar einzuschätzen, insbesondere hinsichtlich der Zufriedenheit der Patienten in Bezug auf die Funktion (Bewegungsumfang, Kraft, Belastbarkeit) und Schmerzfreiheit des operierten Handgelenks und folglich, ob und inwieweit die Wiederausübung der beruflichen und alltäglichen Tätigkeiten möglich ist.

3. Material und Methodik

3.1 Studiendesign und Studienteilnehmer

Am Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität München wurde in den Jahren 2012 und 2013 eine retrospektive Studie durchgeführt. Teilnehmer dieser Studie waren Patienten, die dort zwischen 2007 und 2011 wegen einer distalen Radiusfraktur operativ therapiert worden waren. Nach Durchsicht der entsprechenden Patientenlisten (ca. 500 Personen), wurden die infrage kommenden Personen kontaktiert.

Bei einem großen Teil dieser Patienten waren lediglich Metallentfernungen vorgenommen worden. Diese waren für die Studie nicht geeignet. Viele konnten weder telefonisch noch postalisch erreicht werden. Nur wenige der Kontaktierten verweigerten die Teilnahme; 120 Patienten haben an der Studie teilgenommen.

Es wurde eine diagnostische Intervention in Form einer Winkelmessung der Bewegungsumfänge der Hand vorgenommen. Zusätzlich wurden mehrere Fragebögen ausgefüllt.

3.2 Patientenauswahl

3.2.1 Einschlusskriterien

Nach folgenden Kriterien wurden Patienten in die Studie aufgenommen:

- Patientenalter: abgeschlossenes 18. Lebensjahr
- lediglich eine Fraktur
- Frakturtypen: alle Frakturtypen der AO-Klassifikation am distalen Radius

3.2.2 Ausschlusskriterien

Patienten mit folgenden Kriterien wurden nicht in die Studie aufgenommen:

- Begleitverletzungen
- Gebrechlichkeit und Demenz
- Nicht einwilligungsfähige Patienten
- Polytrauma

3.3 Aufklärung und Einwilligungserklärung

Den Patienten wurde u.a. eine Patientenaufklärung zugeschickt, in welcher der Ablauf und das Ziel der Studie erklärt wurden, mit der Bitte daran teilzunehmen. Eine Einverständniserklärung (siehe Anhang 7.4) wurde ebenfalls beigefügt, zum Verbleib in den Unterlagen für diese Dissertation. Patienten, denen eine persönliche Vorsprache nicht möglich war, wurden ebenfalls mittels zugeschickter Fragebögen erfasst.

Sowohl die Patientenaufklärung als auch die Einverständniserklärung und das Studiendesign wurden von der Ethikkommission der Technischen Universität München genehmigt (Projektnummer 5566/12).

3.4 Auswertung der Krankenakten

Den vorliegenden Krankenakten wurden folgende Daten entnommen:

- Anschrift und Telefonnummer des Patienten
- Geburtsdatum
- Geschlecht
- OP-Datum
- Art der Implantate
- Frakturtyp
- Seite der Fraktur
- OP-Code

3.5 Klinische Nachuntersuchung

Es erschienen 88 Patienten persönlich zur Nachuntersuchung; 32 Personen haben die ausgefüllten Unterlagen an das Klinikum rechts der Isar zurückgeschickt.

3.5.1 Zeitpunkt und Ort der Nachuntersuchung

Die Nachuntersuchung fand frühestens 1 Jahr, spätestens 5 Jahre, nach der Operation in der Unfallchirurgischen Ambulanz des Klinikums rechts der Isar statt.

3.5.2 Einbestellung

Alle in Frage kommenden Patienten wurden zunächst telefonisch kontaktiert und zur Nachuntersuchung eingeladen. Bei Einverständnis wurde sofort ein Termin vergeben mit dem Hinweis auf die Zusendung der Unterlagen und der Bitte, die darin enthaltenen Fragebögen soweit als möglich auszufüllen und zur Untersuchung mitzubringen. Anschließend wurde ihnen per Post die Einladung zugeschickt mit Termin, Patientenaufklärung und Einverständniserklärung. Ebenso befanden sich im Patientenbrief ein Mayo-, ein DASH- und der MWQ-Fragebogen.

3.5.3 Patientengespräch und subjektives Ergebnis

Bei der Nachuntersuchung wurden die Ankreuzbögen DASH, Mayo und MWQ, in denen die Patienten ihre subjektiven Beschwerden sowie die Funktionsfähigkeit, Kraft und Beweglichkeit des operierten Handgelenks bewerten sollten, zusammen mit den Patienten durchgesehen und überprüft. Für die Patienten unverständliche Fragen oder Aufgaben sowie unausgefüllte Bereiche wurden zusammen mit ihnen vervollständigt. In wenigen auf dem Postweg retournierten Fragebögen waren nicht alle Angaben vorhanden, so dass sich bei der statistischen Auswertung leichte zahlenmäßige Differenzen ergeben haben.

3.5.4 Klinische Nachuntersuchung und Hilfsmittel

Als letzter Teil der Nachuntersuchung wurden bei den Patienten die Winkel der Flexion, Extension, Adduktion und Abduktion im Handgelenk gemessen. Zum Vergleich wurde dies auch an der gesunden Hand vorgenommen. Als Messinstrument hierfür wurde ein einfaches medizinisches Goniometer aus weichem Kunststoff verwendet.

Die Fähigkeit zur Pronation und Supination wurde im MWQ – Fragebogen mit ja/nein beantwortet und bei der Nachuntersuchung nochmals überprüft.

3.5.5 Radiologische Auswertung

Zur Beurteilung des radiologischen Operationsergebnisses wurden nach Möglichkeit die aktuellsten verfügbaren Röntgenbilder in 2 Ebenen des operierten Handgelenks herangezogen und ausgewertet. Dabei wurden der Arthrosegrad, und, sofern vorhanden, der Ulnavorschub und die Gelenkstufe bewertet. Für die Beurteilung des Arthrosegrads wurden die Kriterien nach Kellgren & Lawrence angewendet.

3.5.6 Fragebögen

Folgende Fragebögen wurden ausgefüllt:

Mayo-Bogen (Cooney et al., 1987), Anhang 7.1:

Hiermit wurden, neben der subjektiven Beurteilung, auch objektive Fähigkeiten, wie z.B. der prozentuale Kraftschluss im Vergleich zur anderen Hand, erfragt und mit Punkten bewertet. Die Addition dieser Punkte ergab einen Wert zwischen 0 und 100, wobei 100 das beste Ergebnis ist (Czermak et al., 2007).

MWQ-Bogen (Beirer et al., 2016), Anhang 7.2:

Im MWQ-Bogen wurden ähnliche Fähigkeiten des täglichen Lebens erfragt wie im DASH-Bogen, allerdings mit einer Beurteilungsskala von 0 bis 10. Hier ist 0 das beste Ergebnis. Außerdem wurde mit vorgefertigten, auf das Papier gedruckten, Bildschablonen der Hand das grobe Ausmaß der Bewegungsumfänge der Hand durch den Patienten selbst bewertet.

DASH-Bogen (Germann et al, 1999), Anhang 7.3:

Mit Hilfe dieses Bogens wurden im Hauptteil (Teil 1) bestimmte subjektive Fähigkeiten bei alltäglichen Tätigkeiten und deren Beeinträchtigungen abgefragt und der Grad des Vorhandenseins ebenfalls mit einer Zahl bewertet. Die optionalen Teile 2 und 3 erfassten diese Kriterien für Sport und Musik sowie für Arbeit und Beruf. Das Resultat war ein Wert zwischen 0 und 100, wobei in diesem Fall, genau wie beim MWQ-Bogen, der geringste Wert das beste Ergebnis darstellt.

3.5.7 Statistische Auswertung

Für die statistische Auswertung wurden die Programme SPSS 15 und SPSS 20 eingesetzt. Im Rahmen der deskriptiven Auswertung wurden Häufigkeitstabellen, Kreuztabellen und Balkendiagramme erstellt.

Des Weiteren wurden Boxplots erstellt und Zusammenhänge zwischen den Variablen auf ihre statistische Signifikanz getestet.

Folgende Tests kamen zur Anwendung:

- Wilcoxon-Mann-Whitney-Test
- Chi-Quadrat-Test (= Exakter Test nach Fisher)
- Kruskal-Wallis-Test
- Mediantest
- T-Test

Es erfolgte statistische Beratung von Herrn Dr. Tibor Schuster und Frau Ina Rondak (Dipl. Stat.) vom Institut für Medizinische Statistik und Epidemiologie der TU München.

3.5.8 Zeitschema der Studie

21.5.2012:	Beginn der Studienplanung
Juli 2012:	Telefonische Kontaktaufnahme und Anschreiben der Patienten
1.8.2012:	Untersuchungsbeginn in der Unfallchirurgischen Ambulanz des Klinikums rechts der Isar
Mitte Dez. 2012:	Untersuchung der letzten Patienten
Februar 2013:	Eingang der letzten Patientenbriefe mit den ausgefüllten Unterlagen
Juli 2013:	Ende der statistischen Auswertung

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der deskriptiven Auswertung

4.1.1 Grundlegende Daten

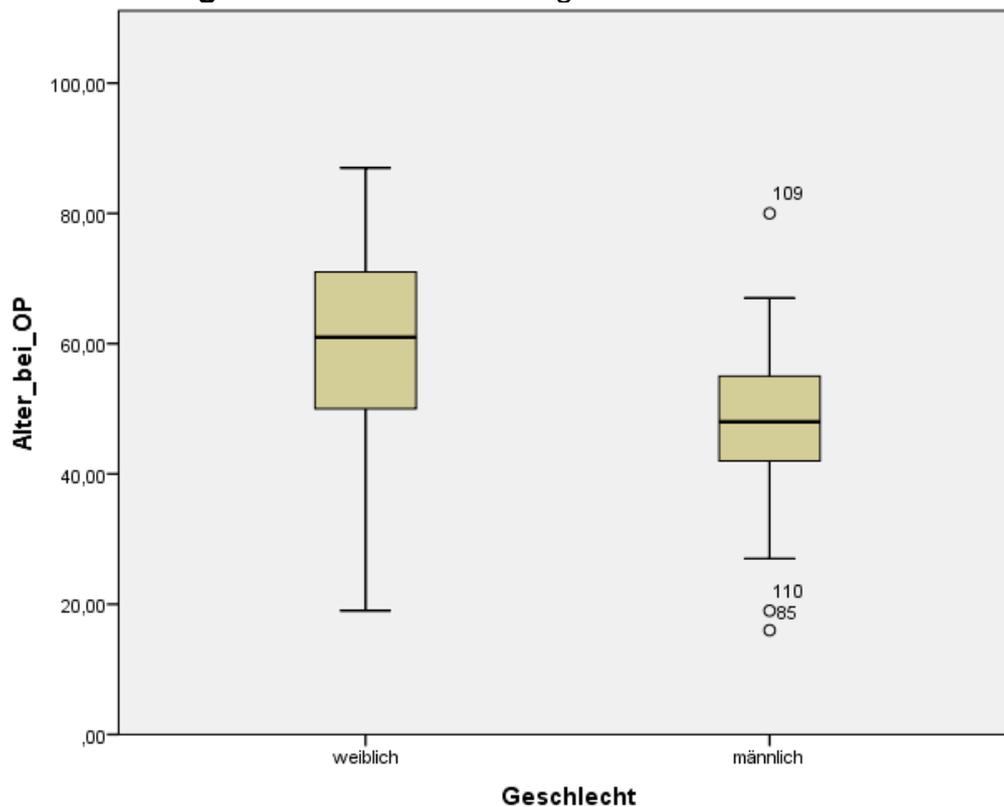
4.1.1 a. Geschlechterverteilung

In der vorliegenden Studie, die im Klinikum rechts der Isar in den Jahren 2012-2013 durchgeführt wurde, waren 120 Patienten eingeschlossen. Dabei handelte es sich um 93 weibliche (77,5 %) und 27 männliche (22,5 %) Patienten.

4.1.1 b. Altersstruktur

Die älteste Patientin wurde im Jahr 1922 geboren, die jüngste im Jahr 1991. Dies bedeutet, dass das Alter der Studienpatienten im Jahr 2012 zwischen 21 und 90 Jahren liegt. Das mittlere Alter bei der OP lag bei 56,6 Jahren; die Standardabweichung beträgt 15,5. Das mediane Alter betrug somit 58 Jahre.

Diagramm 1: Altersverteilung nach Geschlechtern



Die Männer sind im Mittel jünger (Median: 48, Frauen im Vergleich: Median: 61), d.h. die Altersverteilung liegt bei ihnen zwischen 24 bis etwa 64 Jahren, von Ausreißern abgesehen. Die Spannweite bei den Frauen hingegen reicht von ca. 20 bis über 80 Jahre.

4.1.2 Berufsgruppen

Bei den Studienpatienten waren zahlreiche Berufsgruppen vertreten; hauptsächlich handelte es sich jedoch um Rentner. Betagte Personen haben ein höheres Sturzrisiko und durch altersbedingte Osteoporose kommt es häufig zur Fraktur. Auf Platz 2 liegt die Berufsgruppe, von welcher vorwiegend Büroarbeit geleistet wird. Die genaue Verteilung zeigt die folgende Auflistung:

Tabelle 2: Berufe der Studienpatienten

Berufsgruppen	Anzahl	Angabe in %
Bürokaufleute, Angestellte, Verkäufer	29	24,17 %
Akademiker, Freiberufler, Schüler	15	12,50 %
Handwerkliche Berufe und Krankenpflegepersonal	8	6,67 %
Im Haushalt tätige Personen	10	8,34 %
Rentner	53	44,17 %
Arbeitslose / nicht Berufstätige	5	4,17 %
Total	120	100,0 %

4.1.3 Berufshaltung

Entsprechend den Berufsgruppen, gemäß obiger Tabelle, wurde von der großen Mehrheit der Patienten, von den Rentnern abgesehen, eine hauptsächlich sitzende Tätigkeit ausgeübt.

4.1.4 Händigkeit der Patienten

Die Mehrheit der Patienten, d.h. 90 %, waren Rechtshänder, so wie es auch der Allgemeinbevölkerung entspricht.

4.1.5 Art der Implantate/Verfahren

Folgende Implantatverfahren wurden angewendet:

- Plattenosteosynthese
- Schraubenosteosynthese
- Kirschnerdrahtosteosynthese
- Fixateur externe
- Osteosynthese mit Materialkombinationen

Es wurden Platten von den Firmen Aptus und Synthes eingesetzt, die auch im Rahmen dieser Studie verglichen wurden.

Das mit Abstand am häufigsten verwendete Verfahren war mit rund 90 % die winkelstabile Plattenosteosynthese. Auf die Schraubenosteosynthese entfielen ca. 5 %. Weitere 5 % waren zu gleichen Teilen auf die Kirschnerdrahtosteosynthese und den Fixateur externe verteilt. Die Osteosynthese mit Materialkombinationen wurde nur in weniger als 1 % der Fälle angewendet.

Zu erwähnen ist, dass bei einer gewissen Anzahl der Operationen, zunächst ein Fixateur externe eingesetzt wurde und in einer zweiten OP eine Platte. Es ergaben sich ca. 13 % zweizeitige OPs, während bei etwa 87 % direkt die volare Platte eingebracht wurde, wie in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Häufigkeit der ein- und zweizeitigen OPs

	Häufigkeit	Prozent
Einzeitig	96	87,3
Zweizeitig	14	12,7
Gesamt	110	100,0
Fehlende Angaben	10	
Gesamt	120	

4.1.6 OP – Code

Es wurden 23 OP-Codes verwendet. Der weitaus häufigste, d.h. für 62 Patienten, war Nr. 5-794.K6. Er steht für eine offene Reposition einer Mehrfragment-Fraktur im Gelenkbereich des distalen Radius durch eine winkelstabile Platte (Bialas et al., 2020; Diego ONE Kodierungsbrowser, 2021). An zweiter Stelle lag Code 5-793 (offene Reposition einer einfachen Fraktur im Gelenkbereich eines langen Röhrenknochens), der für 23 Personen zur Anwendung kam. Der Code 5-790 (geschlossene Reposition einer Fraktur oder Epiphysenlösung mit Osteosynthese) kann noch erwähnt werden, der für die OP von 7 Patienten gültig war (Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information, 2019; ICD-Code, 2019; Weisse Liste, 2021). Die weiteren 20 OP-Codes verteilten sich auf 28 Patienten.

4.1.7 Arthrose im Röntgenbild

Zur Beurteilung der Ausprägung der Arthrose wurde die radiologische Klassifikation nach Kellgren & Lawrence verwendet (siehe Tabelle 1, Kapitel 1.4). Gemäß deren Einteilung bedeuten 0 Punkte, dass keine Arthrose vorliegt, bei 1 Punkt ist eine leichte, bei 2 Punkten eine deutliche und bei 3 Punkten eine schwere Arthrose im Röntgenbild vorhanden.

Nur 13,5 % der operativ behandelten Patienten zeigten im Röntgenbild keine Arthrosezeichen, 31,5 % hatten Grad 1, die meisten Patienten (46,9 %) wiesen den Arthrosegrad 2 auf und 8,1 % litten an schwerer Arthrose von Grad 3.

Die dazu verwendeten postoperativen Verlaufsrontgenbilder waren im Durchschnitt 17 Monate nach der OP erstellt worden.

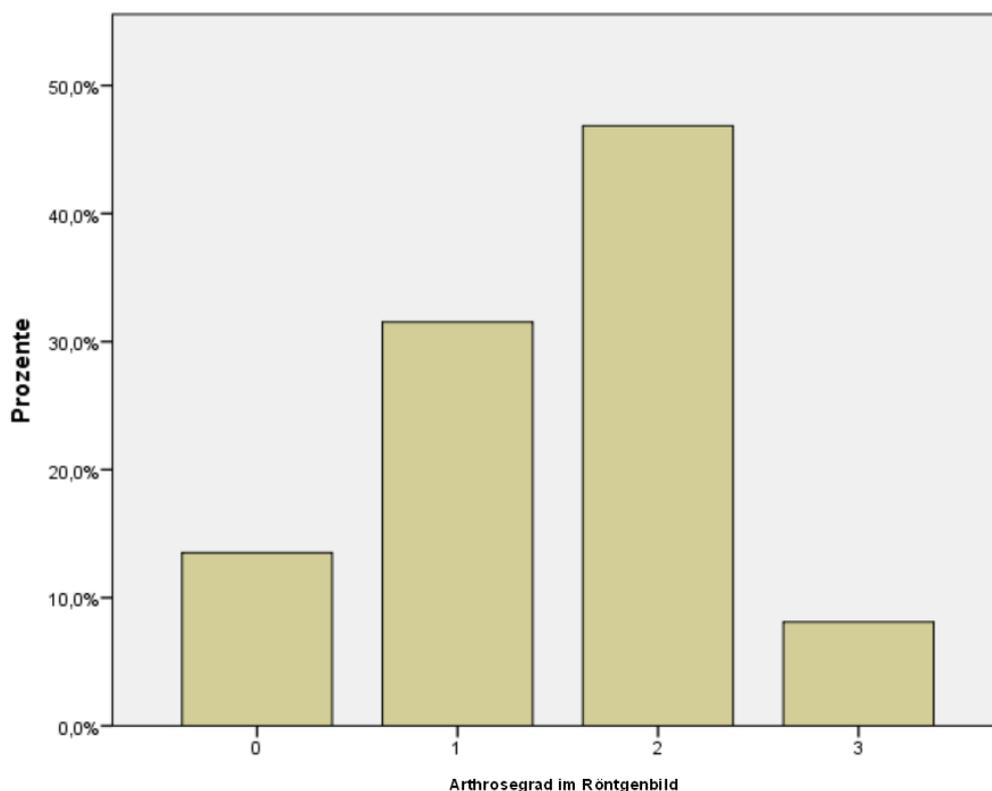


Diagramm 2: Häufigkeiten der 3 verschiedenen Arthrosegrade

Die folgende Tabelle 4 veranschaulicht die Verteilung nach Geschlechtern. Es ist erkennbar, dass es bei den Männern deutlich weniger Personen gibt, die keine Arthrose aufweisen, d.h. von 24 teilnehmenden Männern hatten 22 Arthrose. Von den 87 Frauen hingegen hatten 74 Arthrosezeichen. Der mittlere Arthrosegrad liegt bei knapp 1,5 ($= 0 \times 15 + 1 \times 35 + 2 \times 52 + 3 \times 9 = 166$ dividiert durch $111 = 1,495$).

Tabelle 4: Arthrosegrad mit Geschlechterverteilung

		Geschlecht		Total
		weiblich	Männlich	
ArthrosegradimRö	0	13	2	15
	1	25	10	35
	2	41	11	52
	3	8	1	9
Total		87	24	111

4.1.8 Stufe in der Gelenkfläche

Bei der Beurteilung der Größe der Stufe in der Gelenkfläche wurden die Ausprägungen mit Zahlen von 0 bis 3 wie folgt codiert.

- 0: Stufe < 1mm
- 1: leichte Stufe 1-2 mm
- 2: große Stufe von 2-3 mm
- 3: Stufe > 3 mm.

Mit 78,4 % hatten die meisten der Patienten keine Stufe in der Gelenkfläche, somit das beste Ergebnis. Stufe 1 wurde bei 13,1 %, Stufe 2 bei 7,1 % und Stufe 3 bei 1,4 % nachgewiesen, woraus sich ein Mittelwert von 0,31 errechnet.

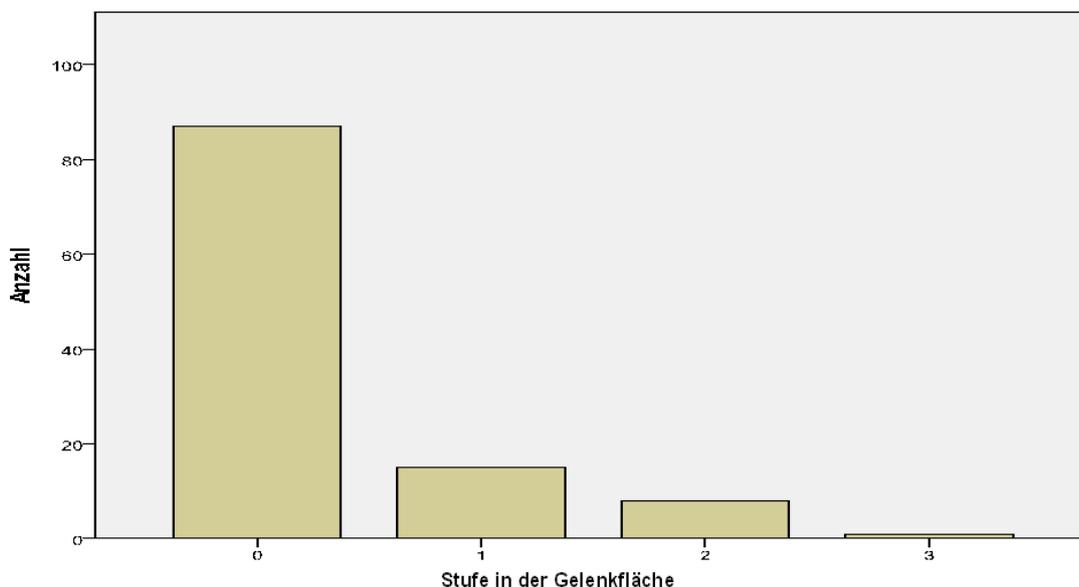


Diagramm 3: Häufigkeitsverteilung der Ausprägung der Stufe in der Gelenkfläche

4.1.9. Ulnavorschub im Röntgenbild und Gesamtscore Röntgen

Die Ausprägung des Ulnavorschubs wurde ebenso mit Zahlen von 0 bis 3 codiert, wobei „0“ kongruent bedeutet und „3“ inkongruent. Die meisten Patienten wiesen im Röntgenbild keinen Ulnavorschub auf (= 60,4 %), 28 % hatten Grad 1, 11 % Grad 2 und 0,6 % Grad 3; der Mittelwert lag somit bei 0,52.

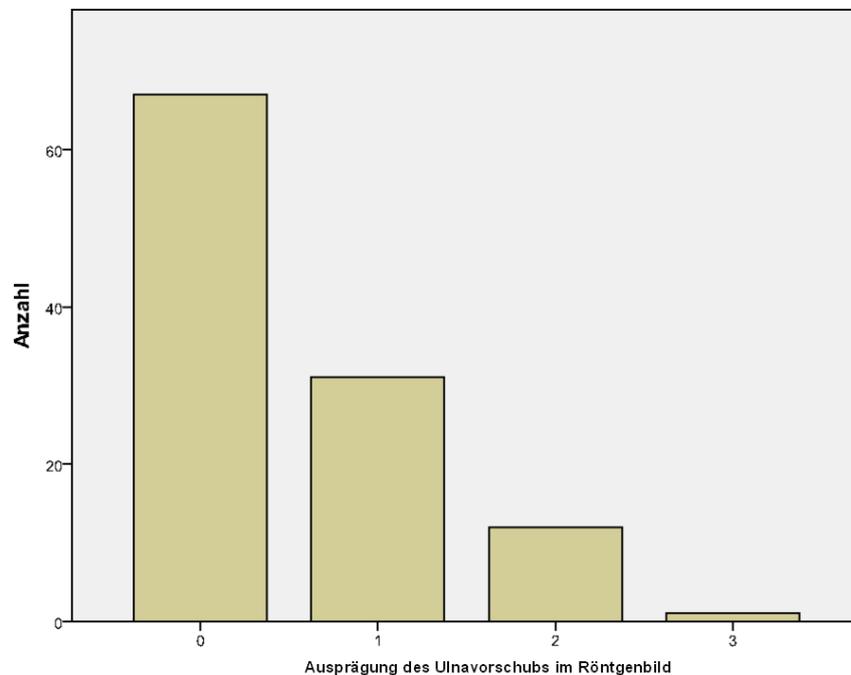


Diagramm 4: Häufigkeitsverteilung der Ausprägung des Ulnavorschubs

Durch Addition der Punkte aus Ulnavorschub, Gelenkstufe und Arthrosegrad wurde der „Gesamtscore Röntgen“ berechnet, der einen Punktbereich von 0 bis 9 umfasst, wobei 0 das beste Ergebnis ist. Es ergab sich folgende Häufigkeitsverteilung:

Tabelle 5: Verteilung der Punktzahlen im Gesamtscore Röntgen

Punkte	Häufigkeit	Prozente
0	12	10,8
1	28	25,2
2	27	24,3
3	20	18
4	12	10,8
5	8	7,2
6	1	0,9
7	2	1,8
8	1	0,9
9	0	0,0
Gesamt	111	100,00

Es lagen entsprechende Daten von 111 Patienten vor, von welchen die meisten einen Gesamtscore Röntgen von 1 oder 2 aufwiesen; 11 % hatten 0 Punkte. Der Bereich 0 bis 2 Punkte umfasst somit ca. 60 %, ein eindeutig gutes Ergebnis, welches auch durch die nachfolgende deskriptive Statistik bestätigt wird.

Deskriptive Statistik Gesamtscore Röntgen

Anzahl	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	Median
111	0	8	2,32	1,67	2

Anschließend wurde die Variable gemäß Vorgabe dichotomisiert (zweigeteilt), sodass die Werte 0 bis 4 eine Gruppe bildeten und die Werte 5 bis 9 eine zweite Gruppe:

Tabelle 6: Aufteilung des Gesamtscores Röntgen in 2 Gruppen

		Häufigkeit	Prozent
Gültig	Niedrig (0-4)	99	89,2
	Hoch (5-9)	12	10,8
Gesamt		111	100,0

Gemäß obiger Tabelle hatten 89,2 % der Patienten einen niedrigen Gesamtscore Röntgen und somit ein gutes bis zufriedenstellendes Ergebnis, während nur 10,8 % einen hohen Score, d.h. ein nicht zufriedenstellendes Röntgenergebnis aufwiesen.

4.1.10 Jahr der OP und Zeitraum seit OP

Die meisten der untersuchten Patienten wurden im Jahr 2010 operiert.

Tabelle 7: Verteilung der OP-Jahre bei den Studienpatienten

Jahr	Häufigkeit	Prozent
2007	11	9,2
2008	9	7,5
2009	31	25,8
2010	46	38,3
2011	23	19,2
Gesamt	120	100,0

Ebenso wurde aus dem OP-Datum und dem Nachuntersuchungsdatum die Dauer seit der OP in Jahren berechnet. Im Mittel fand die Nachuntersuchung knapp 3 Jahre (2,8 Jahre) nach der Intervention statt. Aus den Jahren 2007 und 2008 nahmen lediglich 20 Patienten an der Studie Teil. Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei länger zurückliegenden Eingriffen die Patienten zunehmend schwieriger zu erreichen waren.

4.1.11 Seite der Fraktur

Die Verteilung der Frakturseiten war ausgeglichen, indem bei 50,4 % der Patienten die linke und bei 49,6 % die rechte Seite operiert werden musste.

4.1.12 Bewegungsumfänge

Mit einem Goniometer wurden die Bewegungsumfänge der Extension/Flexion und der Adduktion/Abduktion in Grad gemessen.

Der mediane Extensionswinkel betrug 58°, der mediane Flexionswinkel 62°.

Auf der gesunden Seite betrug der mediane Extensionswinkel 62° und der mediane Flexionswinkel 68°. Das bedeutet, dass nach der OP ein Bewegungsumfang von durchschnittlich 92 % erreicht wurde.

Der mediane Adduktionswinkel lag bei 24°, der mediane Abduktionswinkel bei 42°. Auf der Gegenseite erreichte der mediane Adduktionswinkel 26° und der mediane Abduktionswinkel 46°. Der Bewegungsumfang nach der OP betrug durchschnittlich ebenfalls 92 %, welches ein gutes postoperatives Ergebnis darstellt.

4.1.13 Ergebnisse der Scores

Der mittlere DASH-Score ergab 15 Punkte (Median = 6,7). Der mittlere Mayo-Score betrug 79 Punkte (Median 83). Männer hatten im Durchschnitt ein besseres Ergebnis als Frauen, denn der mediane Mayo-Score der Frauen lag bei 80 Punkten, bei den Männern hingegen wurden 90 Punkte erreicht.

4.1.14 Medikamente gegen Handgelenkschmerzen

Im Rahmen des MWQ-Fragebogens wurden alle Patienten bei der Nachuntersuchung befragt, ob sie wegen Handgelenkschmerzen noch Medikamente einnehmen. Dies war bei lediglich 5 % der Patienten der Fall.

4.1.15 Metallentfernungen

Beeinträchtigungen durch Schmerzen nach der OP der distalen Radiusfraktur werden oft auf das noch vorhandene Implantat zurückgeführt. Deshalb ließen sich viele Patienten dies entfernen und hatten bei der Nachuntersuchung keine Platte mehr in situ. Andere hatten noch vor, sich diese entfernen zu lassen. Zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung hatten aber die meisten Patienten (66 %) ihr Implantat noch im Körper.

4.1.16 Ergebnisse des MWQ-Fragebogens nach subjektiven Fähigkeiten

Im MWQ-Fragebogen wurden den Patienten ca. 12 Fragen zu Schmerzen und Alltagsaktivitäten gestellt, bei welchen auf einer Skala von 0 bis 10 anzugeben war, wie stark die Schmerzen sind oder inwieweit die betreffende Aktivität ausgeführt werden kann. Die Zahl „0“ war dabei immer das beste, d.h. der Patient hatte so gut wie keine Schmerzen, und „10“ das schlechteste Ergebnis. Erstaunlicherweise wählten die meisten Patienten bei jeder Frage die Option „0“ aus. Dies bedeutet, dass trotz radiologisch sichtbarer Arthrose, die bei den meisten Patienten vorlag, die wenigsten darunter klinisch litten. Im nachfolgenden Beispiel ist zu sehen, wie deutlich diese Tendenz war. Es handelt sich hier um Frage 1 aus dem MWQ-Bogen. Sie lautete: „Wie stark sind Ihre Schmerzen in Ruhe?“

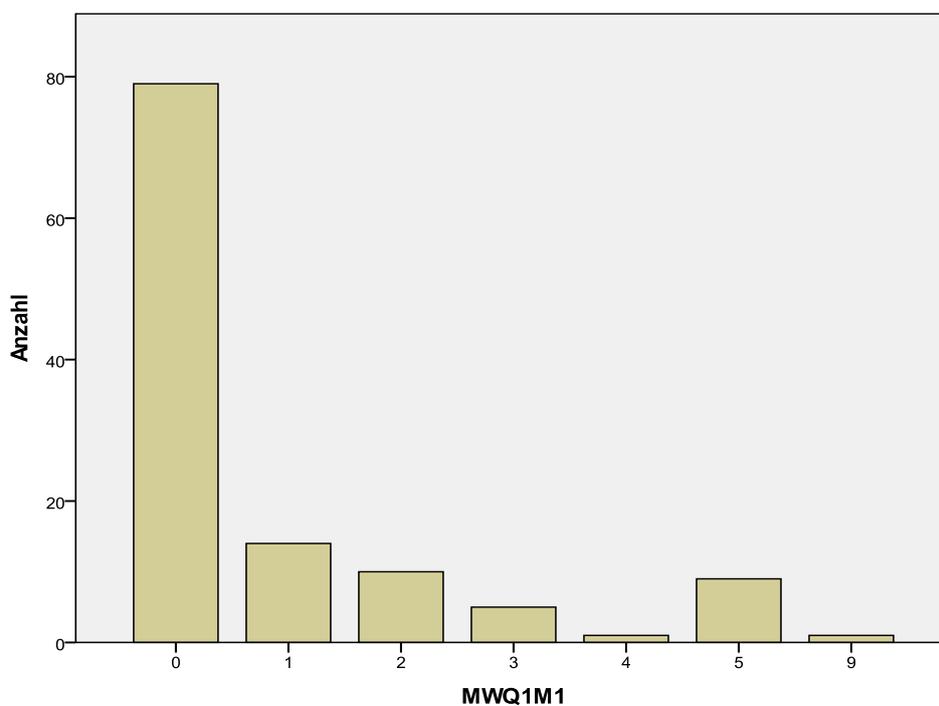


Diagramm 5: Häufigkeitsverteilung der Antworten auf Frage 1 des MWQ- Fragebogens bezüglich Schmerzen

Die Verteilung der Antworten waren bei den anderen Fragen sehr ähnlich. Im Anhang können diese Fragen nachgelesen werden.

Bei Frage 12 (MWQ), die lautete „Konnten Sie nach der Behandlung Ihre normale Arbeit wieder aufnehmen?“ gab es ebenfalls ein gutes Resultat:

Für ca. 80 Personen war postoperativ normale Arbeit möglich, 20 waren „eingeschränkt bei normaler Arbeit“ und knapp 10 waren „arbeitsfähig, aber arbeitslos“. Arbeitsunfähigkeit aufgrund des operierten Handgelenks wurde nicht angegeben.

Die Frage nach der postoperativen Kraft im Vergleich zur Gegenseite ergab folgendes Ergebnis: Die mittlere Kraft im Vergleich zur Gegenseite war 84,8 %, der höchste Wert war 100 % und der niedrigste 25 %. Dies spricht für die gute Qualität der operativen Therapie.

4.1.17 Korrelationen einiger erhobener Größen

Die Übersichtstabelle auf der nächsten Seite zeigt die statistischen Korrelationen der erhobenen Größen. Es sind folgende Dinge erkennbar:

- Die gemessenen Winkel der verschiedenen Bewegungsrichtungen korrelieren fast alle statistisch signifikant miteinander. Beispielsweise korreliert der Flexionswinkel mit dem Extensionswinkel mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,569 und einem p-Wert von 0,000. Es liegt also ein statistisch signifikanter moderater Zusammenhang vor. Patienten, welche das Handgelenk gut beugen konnten, waren ebenso gut in der Lage, dieses nach oben zu strecken. Dies gilt auch in umgekehrter Weise. Die Bewegung/Funktion hängt also nicht von der Richtung ab, sondern ist insgesamt gut oder nicht zufriedenstellend.

- Der DASH Teil 1 korreliert statistisch signifikant mit dem DASH Teil 2 und 3 und mit den Bewegungsausmaßen in den Bildern der Hand des MWQ-Fragebogens.
- Auch der Mayo-Score und die Kraft beim Faustschluss der operierten Seite (Frage 13, MWQ-Bogen) korrelieren mit den Bewegungsausmaßen in den Bildern der Hand des MWQ-Fragebogens und die Bewegungsausmaße in den Bildern des MWQ-Fragebogens korrelieren auch untereinander.
- Die gemessenen Winkel der verschiedenen Bewegungsrichtungen korrelieren ebenfalls statistisch signifikant mit den Ergebnissen des DASH Teil 1-3, mit dem Mayo-Score, mit den MWQ-Bild-Ergebnissen und mit dem Alter der Patienten zum Zeitpunkt der OP. Beim Alter besteht jedoch ein negativer Zusammenhang, also je älter der Patient, umso kleiner die Winkel.

Gemäß DASH-Score wurde festgestellt, dass bei guten Fähigkeiten für Alltags-tätigkeiten ebenfalls gute Fähigkeiten im Beruf oder bei sportlichen Aktivitäten vorhanden sind. Auch die Beweglichkeit der Hand war entsprechend gut, ebenso die Ergebnisse bei der Winkelmessung.

Erwartungsgemäß zeigte sich bei einem hohen Mayo-Score auch eine große Kraft beim Faustschluss und eine gute Beweglichkeit der Hand.

Tabelle 9: Korrelation zwischen Arthrosegrad und Mayo-Score

Spearman's Rho*		Arthrosegrad im Röntgen	Mayo-Score
Arthrosegrad Röntgen	Correlation Coefficient	1,000	-,307
	Number	111	103
Mayo-Score	Correlation Coefficient	-,307	1,000
	Number	103	112

* Spearman's Rho ist ein nicht-parametrisches Verfahren, um den Zusammenhang zwischen zwei Datensätzen zu messen. ρ kann Werte zwischen -1 und +1 annehmen. Existieren keine Werte doppelt, so würde ein perfekter Zusammenhang von +1 bzw. -1 bestehen, wenn eine Variable eine monotone Funktion der anderen ist (daher, wenn eine Funktion steigt, steigt auch die andere und umgekehrt).

Die obige Tabelle zeigt, dass der Arthrosegrad im Röntgenbild statistisch signifikant schwach negativ mit dem Mayo-Score korreliert. Dies bedeutet, wie erwartet, dass bei einem hohen Arthrosegrad der Mayo-Score niedrig ist.

4.1.18 Frakturklassifikation

Gemäß Tabelle 10 war die häufigste Fraktur in unserem Patientenkollektiv die mehrfragmentäre Radiusfraktur A3 mit 45,6 % der Fälle, gefolgt von den vollständig intraartikulären Frakturen, C2 einfach, metaphysär mehrfragmentär mit ca. 18,4 % und C3, die artikuläre mehrfragmentäre Fraktur mit knapp 15 %.

Insgesamt waren die A-Frakturen am häufigsten (55 %).

4.2 Ergebnisse der Fragestellungen über signifikante Zusammenhänge

4.2.1 Fragestellung 1:

Zusammenhang der Bruchklassifikation, des OP-Codes und dem Zeitraum seit der OP mit dem Mayo- oder DASH-Score

4.2.1 a. Zusammenhang der Bruchklassifikation mit dem Mayo-Score

Tabelle 10:

	Bruchklasse	Häufigkeit	Prozent
Gültig	A 2	10	8,8
	A 3	52	45,6
	B 1	4	3,5
	B 2	3	2,6
	C 1	7	6,1
	C 2	21	18,4
	C 3	17	14,9
Gesamt		114	100,0

Da jeweils nur 1 Patient die Bruchklassifikation A1 oder B3 hatte, wurden diese Fälle von der Analyse ausgeschlossen. Für diese Fragestellung lagen insgesamt Angaben von 116 Personen vor; lediglich 4 Patienten hatten darüber keine Auskunft gegeben.

Um die Verteilung der einzelnen Frakturen in Bezug auf den Mayo-Score zu sehen, wurde ein Boxplot erstellt, mit dem Mayo-Score als y-Achse und der Frakturklassifikation als x-Achse:

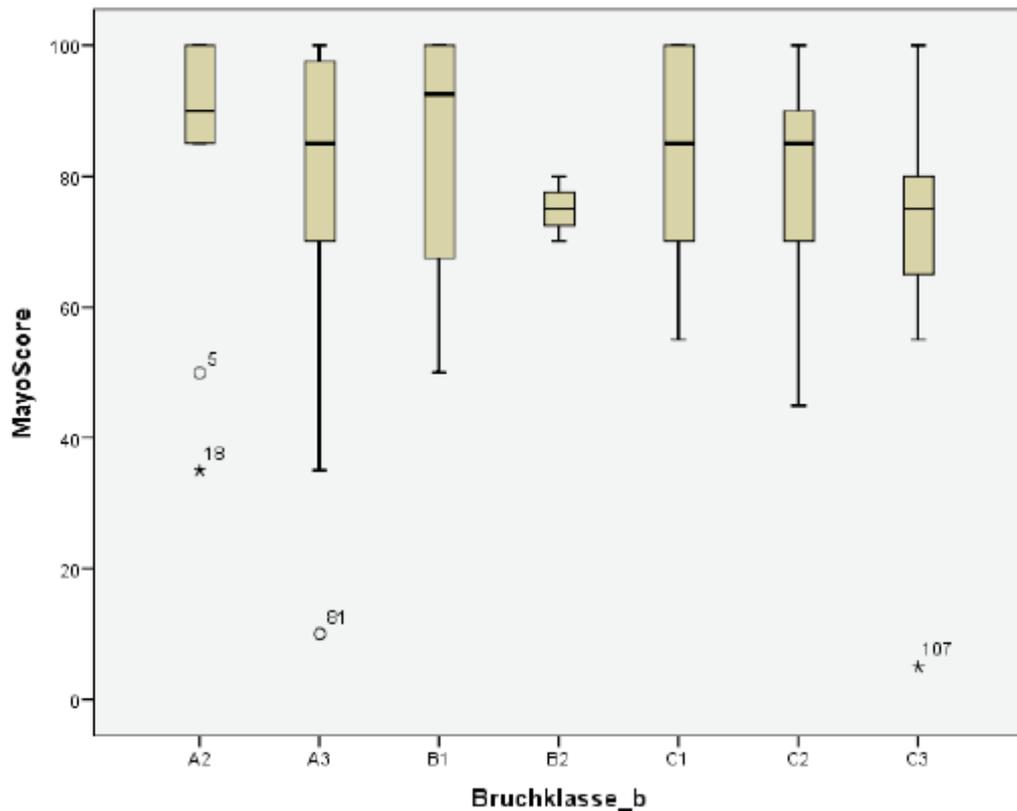


Diagramm 6: Mayo-Scores der verschiedenen Bruchklassen der AO-Klassifikation

Zum Vergleich, ob sich die einzelnen Bruchklassen in ihrem Mayo-Score statistisch signifikant unterscheiden, wurden folgende statistische Tests durchgeführt:

Testwahl: Kruskal-Wallis-Test (H-Test)

Testergebnis: $p = 0,437$

Testinterpretation: Die sieben Gruppen der Bruchklassifikation unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores.

Testwahl: Median-Test

Testergebnis: $p = 0,064$

Testinterpretation: Die sieben Gruppen der Bruchklassifikation unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores.

Um herauszufinden, ob sich zumindest die Hauptgruppen A, B und C in ihren Mayo-Scores signifikant unterscheiden, wurde aus der Häufigkeitstabelle der A, B und C-Frakturen wieder ein Boxplot erstellt, bei welchem nach den Mayo-Scores unterschieden wurde (y-Achse):

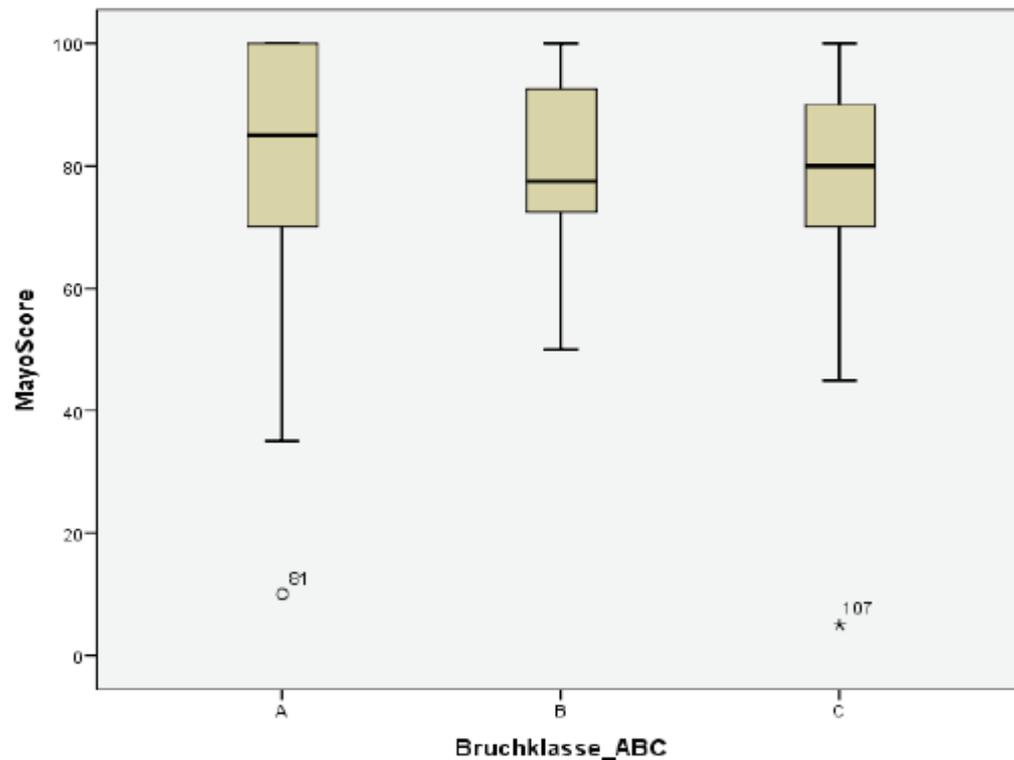


Diagramm 7: Mayo-Scores der zusammengefassten Bruchklassen der AO-Klassifikation

Testwahl: Kruskal-Wallis-Test (H-Test)

Testergebnis: $p = 0,418$

Testinterpretation: Die drei Gruppen der Bruchklassifikation unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores.

Testwahl: Median-Test

Testergebnis: $p = 0,154$

Testinterpretation: Die drei Gruppen der Bruchklassifikation unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores.

Anschließend wurde noch weiter zusammengefasst und die A-Frakturen mit den B- und C-Frakturen als eine Gruppe verglichen; auch hier zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Gemäß den Boxplots ist das Outcome bezüglich Mayo-Score bei allen Bruchklassen ähnlich, unabhängig von der Art der Fraktur. Allerdings gibt es eine leichte Tendenz, dass bei den A-Frakturen der Mayo-Score geringfügig höher ist, somit also ein besseres Ergebnis erzielt wurde.

4.2.1 b. Zusammenhang des OP-Codes mit dem Mayo-Score

Um herauszufinden, ob sich die Frakturen mit den 3 häufigsten OP-Codes hinsichtlich des Mayo-Scores unterscheiden, wurde wiederum eine Häufigkeitstabelle und ein Boxplot aus OP-Codes und Mayo-Score erstellt. Es wurden folgende 3 OP-Codes verglichen:

1. **5-790** Geschlossene Reposition einer Fraktur oder Epiphysenlösung mit Osteosynthese
2. **5-793** Offene Reposition einer einfachen Fraktur im Gelenkbereich eines langen Röhrenknochens
3. **5-794** Offene Reposition einer Mehrfragment-Fraktur im Gelenkbereich eines langen Röhrenknochens (Reimbursement.info, 2021)

Deskriptive Statistik Mayo-Score je OP-Code

OP-Code	N	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung	Median
5-790	7	10	100	78,57	33,88	100
5-793	23	50	100	85,87	12,49	90
5-794	62	40	100	79,60	17,61	80
Insgesamt	92	10	100	81,09	18,14	85

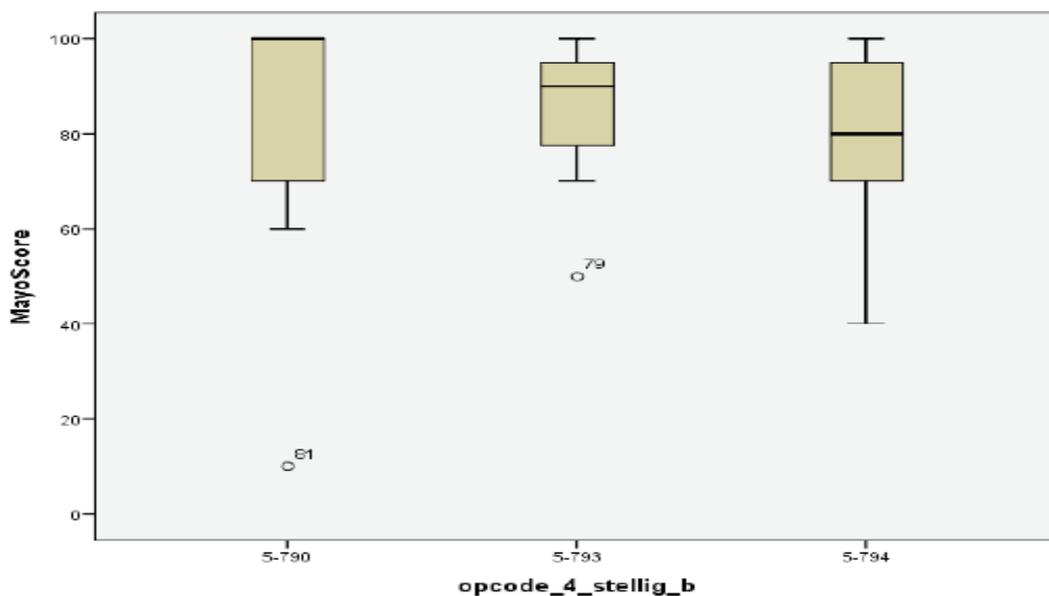


Diagramm 8: Mayo-Scores der 3 häufigsten OP-Codes

Es wurde wiederum mit statistischen Tests nach Unterschieden gesucht, ob sich die OP-Codes hinsichtlich des Mayo-Scores signifikant unterscheiden:

Testwahl: Kruskal-Wallis-Test (H-Test)
Testergebnis: $p = 0,322$
Testinterpretation: Die drei Gruppen des OP-Codes unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores.

Testwahl: Median-Test
Testergebnis: $p = 0,404$
Testinterpretation: Die drei Gruppen des OP-Codes unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores.

Obwohl es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen den 3 Gruppen gibt, ist doch eine leichte Tendenz auf ein besseres Ergebnis der Frakturen mit dem OP-Code 5-793 sichtbar, da sie im Mittel 5 Mayo-Punkte mehr erreichten, als die Frakturen mit dem OP-Code 5-794. Dies bedeutet, dass bei den einfachen Frakturen ein geringfügig besseres Ergebnis als bei den Mehrfragment-Frakturen erzielt wurde.

4.2.1 c. Zusammenhang des Zeitraums seit OP mit dem Mayo-Score

Um herauszufinden, ob sich die Mayo-Scores der Patienten abhängig vom Zeitraum seit der OP unterscheiden, wurde in einer deskriptiven Statistik dargestellt, wie hoch die Mayo-Scores im Mittel bei den Patienten waren, bei welchen die OPs vor 1, 2, 3, 4 oder 5 Jahren durchgeführt wurden. Auch wurde ein Boxplot erstellt, mit einer Box für jeden der 5 Zeiträume und darin wurde der Mayo-Score verglichen.

Anhand der Ergebnisse, bezogen auf den Zeitraum zwischen OP und Nachuntersuchung, ist eine Verbesserung der Funktion mit der Zeit zu sehen. Im nachfolgenden Boxplot, der den Mayo-Score in Abhängigkeit von der Zeit seit der OP darstellt, ist festzustellen, dass nach einem Jahr nach der OP der mediane Mayo-Score 77,5, nach fünf Jahren hingegen 92,5 Punkte beträgt, d.h. dass eine deutlich positive Entwicklung stattgefunden hat.

Deskriptive Statistik MayoScore je Jahre_seit_OP

MayoScore							
Jahre_seit_OP	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Standardabweichung	Median	
1	32	35	100	76,25	18,05	77,5	
2	33	5	100	74,09	24,32	80	
3	28	35	100	83,04	18,97	90	
4	7	45	100	80,00	19,79	80	
5	10	70	100	89,50	10,66	92,5	
Insgesamt	110	5	100	78,77	20,25	80	

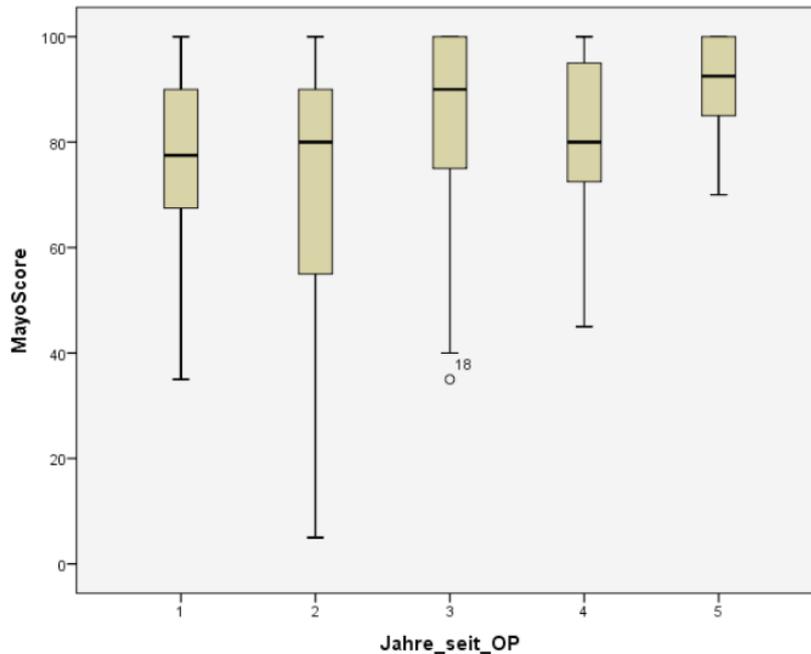


Diagramm 9: Mayo-Score in Abhängigkeit von der Zeit seit der OP

Es folgten die statistischen Tests bezüglich signifikanter Unterschiede:

Testwahl: Kruskal-Wallis-Test (H-Test)

Testergebnis: $p = 0,155$

Testinterpretation: Die fünf Jahresgruppen unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores.

Testwahl: Median-Test

Testergebnis: $p = 0,161$

Testinterpretation: Die fünf Jahresgruppen unterscheiden sich nicht statistisch signifikant voneinander hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores.

Es ist auffällig, dass der Mayo-Score bei Patienten, die erst vor ein oder zwei Jahren operiert wurden, deutlich niedriger war, als bei jenen, die vor 5 Jahren operiert worden waren. Deshalb wurde dieser Unterschied genauer untersucht.

Es wurden 2 Gruppen gebildet:

Gruppe 1: „1 oder 2 Jahre seit OP“ und

Gruppe 2: „Mehr als 2 Jahre seit OP“

Zwischen diesen 2 Gruppen zeigte der U-Test einen Unterschied an:

Deskriptive Statistik Mayo-Score, Jahre seit OP

Jahre	N	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung	Median
1 – 2 Jahre	65	5	100	75,15	21,32	80
über 2 Jahre	45	35	100	84,00	17,54	90
Insgesamt	110	5	100	78,77	20,25	80

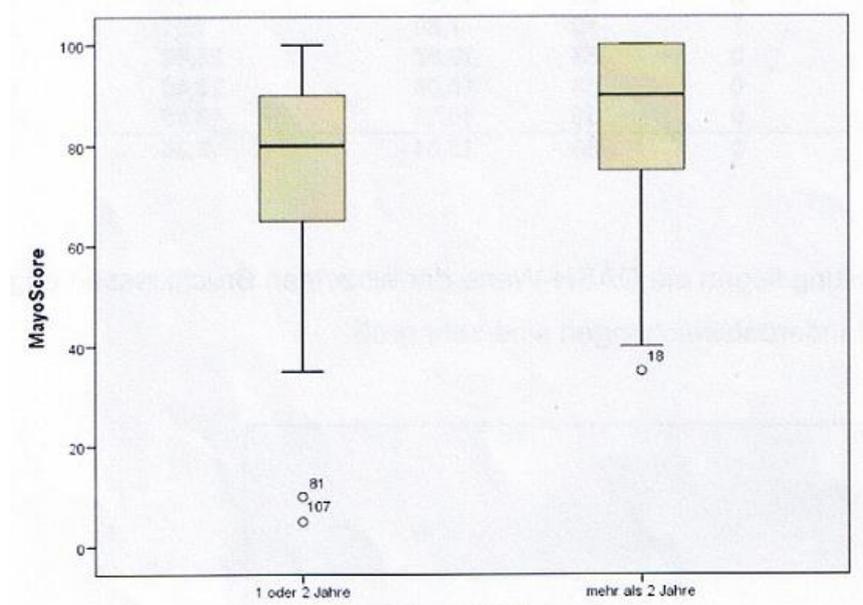


Diagramm 10: Mayo-Score nach bis zu 2 oder mehr als 2 Jahren seit OP

Testwahl: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (U-Test)

Testergebnis: $p = 0,018$

Testinterpretation: Die beiden Jahresgruppen unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores statistisch signifikant voneinander.

Testwahl: Median-Test

Testergebnis: $p = 0,087$

Testinterpretation: Die beiden Jahresgruppen unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores statistisch nicht signifikant voneinander.

Das Ergebnis lässt darauf schließen, dass sich mit der Zeit die Schmerzen reduziert und die Beweglichkeit der Hand durch den Heilungsverlauf gebessert haben. Weiterhin wurden die gerade hinsichtlich des Mayo-Scores untersuchten Variablen auf den DASH-Score bezogen und getestet.

Analog zu den Untersuchungen in Bezug auf den Mayo-Score wurden zunächst die sieben verschiedenen **Bruchklassen** analysiert, diese anschließend in die Obergruppen A, B und C zusammengefasst und es wurde wieder nach Unterschieden gesucht. Auch hierfür wurden Häufigkeitsverteilungen erstellt sowie die dazugehörigen Boxplots und die Tests durchgeführt. Ebenso wie beim Mayo-Score zeigten sich auch beim DASH-Score keine statistisch signifikanten Unterschiede bei den Bruchklassen.

Zur Beantwortung der Frage, ob es einen Zusammenhang des **OP-Codes** mit dem DASH-Score gibt, wurden ebenfalls die drei häufigsten OP-Codes mittels Boxplot in Beziehung zum DASH-Score gestellt und es wurden der Kruskal-Wallis- und der Median-Test durchgeführt.

Das Ergebnis gleicht auch hier dem des Mayo-Scores, jedoch ist bei den Boxen im Boxplot nicht einmal eine Tendenz erkennbar. Auch die p-Werte sind beim DASH-Score noch um einiges weiter von Signifikanz entfernt als beim Mayo-Score. Dies spricht für den Mayo-Score, bei welchem die Gruppen besser unterschieden und kleine Unterschiede genauer herausgearbeitet werden.

Die Untersuchung bezüglich eines Zusammenhangs des **Zeitraums seit der OP** mit dem DASH-Score ergab keine statistisch signifikanten Unterschiede, im Gegensatz zum Mayo-Score (siehe Diagramm 10 und U-Test). Auch dies spricht gegen den DASH-Score.

4.2.2 Fragestellung 2:

Zusammenhang des Gesamtscores Röntgen mit dem Mayo- oder DASH-Score

Mayo-Score

Nachfolgend wird untersucht, ob sich der DASH- und der Mayo-Score hinsichtlich des Ergebnisses des Röntgenbildes signifikant unterscheiden, d.h. ob ein Zusammenhang zwischen subjektiven klinischen Fähigkeiten und Schmerzen und dem radiologischen Befund besteht. Um das Röntgenbild vollständig zu erfassen, wurde, wie in Kapitel 4.1.7 – 4.1.9 (= Arthrose, Stufe in der Gelenkfläche und Ulnavorschub) schon angesprochen, ein Gesamtscore Röntgen auf diesen 3 einzelnen, im Röntgenbild erfassbaren, Informationen erstellt. Um ggf. deutlich sichtbare Unterschiede zu erhalten, wurden 2 Gruppen gebildet: Die Gruppe mit dem niedrigen Röntgenscore zwischen 0-4 wurde mit jener mit dem hohen Röntgenscore von 5-9 verglichen. Wie bei den vorherigen Untersuchungen wurden wieder Häufigkeitstabellen erstellt, dann die Boxplots und im dritten Schritt die statistischen Tests durchgeführt.

Deskriptive Statistik Mayo-Score und Gesamtscore Röntgen

<u>Gesamtscore Röntgen</u>	<u>N</u>	<u>Min.</u>	<u>Max.</u>	<u>Mittelwert</u>	<u>Standardabweichung</u>	<u>Median</u>
Niedrig (0-4)	93	10	100	81,13	18,56	85
Hoch (5-9)	10	5	80	54,00	23,66	55
Insgesamt	103	5	100	78,50	20,63	80

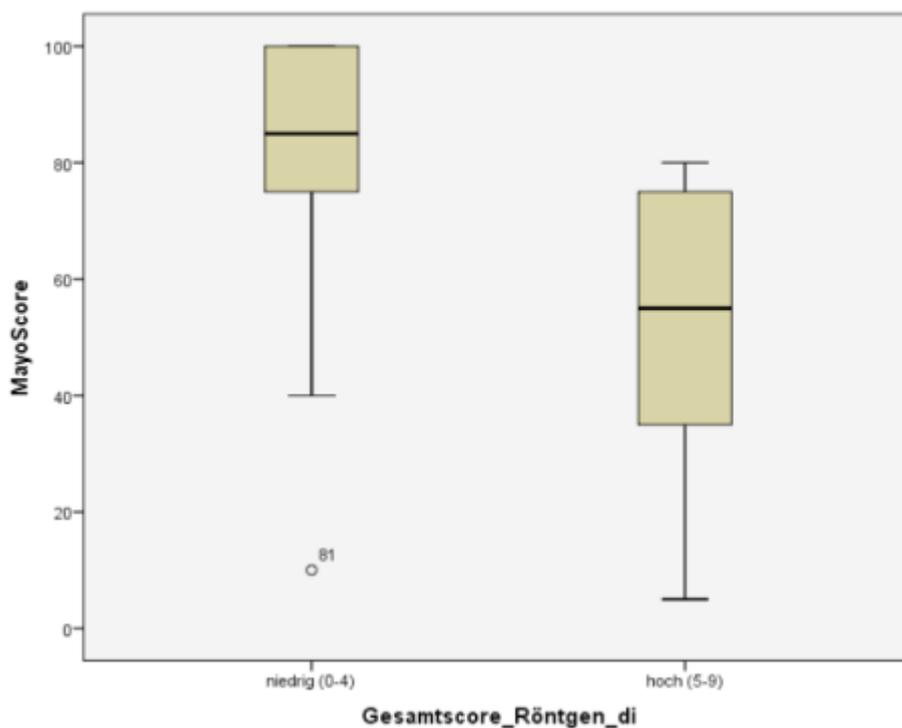


Diagramm 11: Mayo-Score in Abhängigkeit vom Gesamtscore Röntgen

Testwahl: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (U-Test)
 Testergebnis: $p = 0,001$
 Testinterpretation: Die beiden Gruppen des Röntgenscores unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores statistisch signifikant voneinander.

Testwahl: Median-Test
 Testergebnis: $p = 0,005$
 Testinterpretation: Die beiden Gruppen des Röntgenscores unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores statistisch signifikant voneinander.

Beim Mayo-Score findet sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem klinischen Ergebnis und den Röntgenbefunden. Ein niedriger Röntgen-Score entspricht einem hohen Mayo-Score (= Mittelwert 81,13), somit einem guten funktionellen Ergebnis. Die Gruppe mit dem hohen Röntgen-Score hat demzufolge einen niedrigeren Mayo-Score (= Mittelwert 54,0) mit weniger guten Fähigkeiten.

DASH-Score

Deskriptive Statistik DASH-Score und Gesamtscore Röntgen

Gesamtscore					Standard-	
Röntgen	N	Min.	Max.	Mittelwert	abweichung	Median
Niedrig (0-4)	97	0	79	12,67	16,92	5,0
Hoch (5-9)	12	12	83	37,57	22,52	32,1
Insgesamt	109	0	83	15,42	19,17	6,7

Testwahl: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (U-Test)
 Testergebnis: $p = 0,001$
 Testinterpretation: Die beiden Gruppen des Röntgenscores unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen DASH-Scores statistisch signifikant voneinander.

Testwahl: Median-Test
 Testergebnis: $p = 0,001$
 Testinterpretation: Die beiden Gruppen des Röntgenscores unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen DASH-Scores statistisch signifikant voneinander.

Auch beim DASH-Score gibt es einen deutlichen, statistisch signifikanten, Zusammenhang zwischen Röntgenbefunden und subjektiven Fähigkeiten, denn die Gruppe mit dem niedrigen Röntgen-Score hat ebenfalls einen niedrigen DASH-Score (Mittelwert = 12,67). Dies entspricht guten subjektiven Fähigkeiten. Die Gruppe mit dem höheren Röntgen-Score hingegen, weist ebenfalls einen entsprechend höheren DASH-Score auf (Mittelwert = 37,57), d.h. ein weniger gutes subjektives Ergebnis.

4.2.3 Fragestellung 3: Vergleich von ein- und zweizeitigen OPs auf einen Zusammenhang mit den Frakturtypen und dem Mayo- oder DASH-Score

4.2.3 a. OP-Typ ein-/zweizeitig und Fraktur-Typ

Hier wurde untersucht, ob zweizeitige OPs bei bestimmten Fraktur-Typen häufiger im Vergleich zu einzeitigen OPs vorkommen.

Wiederum wurde eine Kreuztabelle aus den einzelnen Bruchklassen A, B und C und den ein- oder zweizeitigen OPs erstellt. Als „einzeitige OPs“ wurden diejenigen bezeichnet, bei denen sofort eine Plattenosteosynthese durchgeführt wurde. Die Bezeichnung „zweizeitige OP“ wurde bei den Patienten vergeben, denen zunächst ein Fixateur externe eingesetzt wurde und die in einem weiteren Eingriff mit einer Plattenosteosynthese therapiert wurden.

Für 107 Patienten waren entsprechende Angaben vorhanden.

Tabelle 11: Verteilung der ein- und zweizeitigen OPs auf die Bruchklassen

Bruchklasse		OP-Typ einzeitig	OP-Typ zweizeitig	Gesamt
Bruchklasse A	Anzahl	53	4	57
	% der Bruchklasse	93,0 %	7,0 %	100,0 %
	% der OP-Typen	57,0 %	28,6 %	53,3 %
Bruchklasse B	Anzahl	5	0	5
	% der Bruchklasse	100,0 %	0,0 %	100,0 %
	% der OP-Typen	5,4 %	0,0 %	4,7 %
Bruchklasse C	Anzahl	35	10	45
	% der Bruchklasse	77,8 %	22,2 %	100,0 %
	% der OP-Typen	37,6 %	71,4 %	42,1 %
Gesamt	Anzahl	93	14	107
	% d. Bruchklassen	86,9 %	13,1 %	100,0 %
	% d. OP-Typen	100,0 %	100,0 %	100,0 %

Testwahl: Exakter Test nach Fisher

Testergebnis: $p = 0,063$

Testinterpretation: Es gibt keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der beobachteten und der erwarteten Verteilung von Fraktur- und OP-Typ.

Es ist jedoch eine deutliche Tendenz erkennbar, dass bei den C-Frakturen (insgesamt 45) öfter zweizeitige OPs, d.h. 22 %, durchgeführt wurden als bei den A-Frakturen (insgesamt 57), von welchen lediglich 7 % zweizeitig operiert wurden. Auch der p-Wert ist mit $p = 0,063$ fast signifikant, da die Signifikanz bei $p = 0,05$ beginnt.

4.2.3 b. OP-Typ und Mayo-Score

Im Weiteren wurde untersucht, ob sich ein- und zweizeitige OPs in ihrem Mayo-Score unterscheiden. Es wurden die Mittelwerte des Mayo-Scores für jeweils ein- und zweizeitige OPs dargestellt, in einem Boxplot veranschaulicht und mit einem Test berechnet, ob sich die Mittelwerte unterscheiden:

Deskriptive Statistik Mayo-Score je OP-Typ ein- oder zweizeitig

OP-Typ	N	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung	Median
einzeitig	91	10	100	79,89	18,80	85
<u>zweizeitig</u>	13	5	100	67,69	25,79	75
Insgesamt	104	5	100	78,37	20,07	80

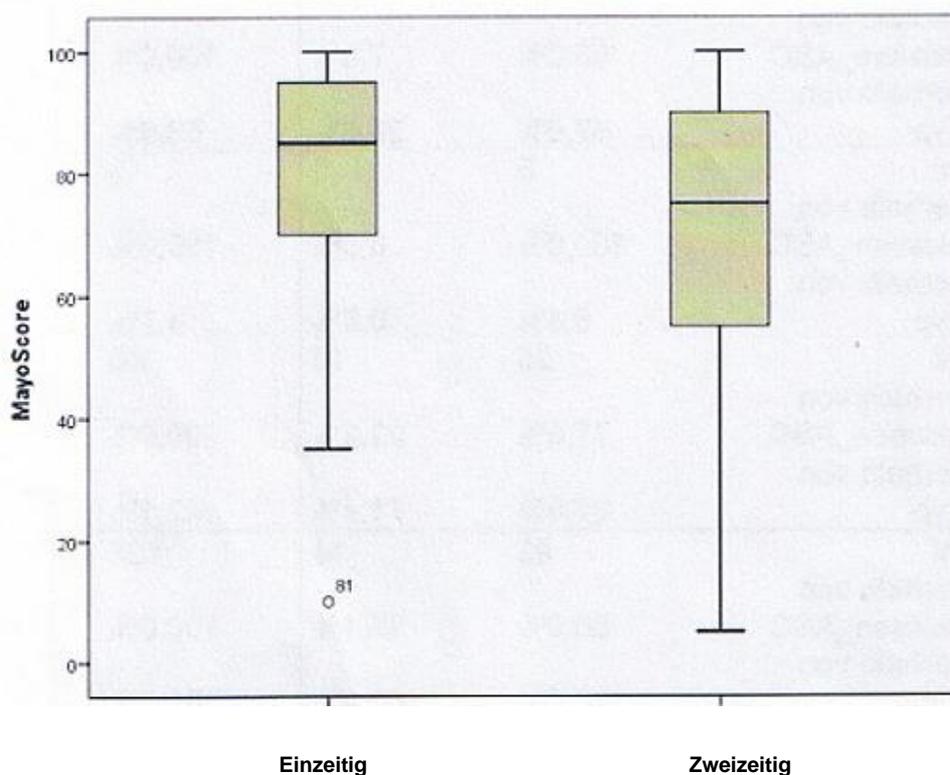


Diagramm 12: Vergleich der Mayo-Scores der einzeitigen mit den zweizeitigen OPs

Testwahl: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (U-Test)

Testergebnis: $p = 0,090$

Testinterpretation: Die beiden Gruppen des OP-Typs unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores nicht statistisch signifikant voneinander.

Testwahl: Median-Test

Testergebnis: $p = 0,299$

Testinterpretation: Die beiden Gruppen des OP-Typs unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen Mayo-Scores nicht statistisch signifikant voneinander.

Es ist jedoch wieder eine deutliche Tendenz erkennbar, dass die einzeitigen OPs einen besseren Mayo-Score hatten als die zweizeitigen. Dies kann auch an der Frakturverteilung liegen, da bei den zweizeitigen OPs der Anteil der komplexeren Frakturen (Typ C) größer war und diese einen entsprechend schwierigeren Heilungsverlauf hatten.

Da jedoch der Unterschied in den Mayo-Scores zwischen A- und C-Frakturen allein nicht so groß ist wie bei den ein- und zweizeitigen OPs, lässt dies darauf schließen, dass bei den zweizeitigen OPs generell weniger gute Ergebnisse erzielt werden.

4.2.3 c. OP-Typ und DASH-Score

Die ein- und zweizeitigen OPs wurden auch hinsichtlich des DASH-Scores ausgewertet, mit folgendem Ergebnis:

Deskriptive Statistik DASH-Score und OP-Typ

OP-Typ	N	Min.	Max.	Mittelwert	Standardabweichung	Median
einzeitig	94	0	83	15,19	19,05	6,7
zweizeitig	14	0	68	18,60	20,86	12,1
Insgesamt	108	0	83	15,64	19,23	7,1

Die obige deskriptive Statistik zeigt, dass die Punktunterschiede geringer sind als beim Mayo-Score und somit keine statistische Signifikanz aufweisen. Es wurden die gleichen Testmethoden angewendet, siehe unten, wie für den Mayo-Score, der die Unterschiede besser aufdeckt, da die p-Werte näher an der Signifikanzgrenze sind als beim DASH-Score. Statistisch signifikant ist ein Unterschied, wenn der p-Wert kleiner ist als 0,05. Der Mayo-Score eignet sich deshalb besser zur Ergebnisbeurteilung einer distalen Radiusfraktur.

Testwahl: Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (U-Test)

Testergebnis: $p = 0,479$

Testinterpretation: Die beiden Gruppen des OP-Typs unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen DASH-Scores nicht statistisch signifikant voneinander.

Testwahl: Median-Test

Testergebnis: $p = 0,775$

Testinterpretation: Die beiden Gruppen des OP-Typs unterscheiden sich hinsichtlich des durchschnittlichen DASH-Scores nicht statistisch signifikant voneinander.

4.2.4 Fragestellung 4:

Vergleich der Plattenmarken auf Auswirkung auf die Mayo-Scores

In diesem Test wurden die Mayo-Scores hinsichtlich der Plattenmarken „Aptus“ und „Synthes“ verglichen. Der mittlere Mayo-Score betrug bei der Aptus-Platte 77,2, bei der Synthesplatte 80,5 Punkte. Es wurde ein T-Test für die Mittelwertgleichheit bei unabhängigen Stichproben durchgeführt. Das Testergebnis ergab einen p-Wert von 0,51. Somit unterscheiden sich die Plattenmarken in den Mayo-Scores nicht statistisch signifikant voneinander.

Es gibt deshalb keinen Hinweis dafür, dass eine bestimmte Plattenmarke zu einem besseren Ergebnis führt.

4.2.5 Fragestellung 5:

Zusammenhang zwischen Fraktur-Typ und Arthrosegrad

Im Folgenden sollte herausgefunden werden, ob der Grad der postoperativen Arthrose im Röntgenbild mit einer komplexer werdenden Bruchklasse zunimmt. Es wurde deshalb getestet, ob kompliziertere Frakturen zu stärkerer Arthrose führen. Dafür wurde eine Kreuztabelle erstellt, die den 1. Buchstaben der AO-Klassifikation (A, B, C) und die Arthrosegrade enthält.

Tabelle 12: Verteilung der Arthrosegrade auf die einzelnen, zusammengefassten Bruchklassen

Arthrosegrad		0	1	2	3	Gesamt
Bruchklasse A	Anzahl	11	20	29	0	60
	in %	18,3 %	33,3 %	48,3 %	0,0 %	100 %
Bruchklasse B	Anzahl	0	5	2	1	8
	in %	0,0 %	62,5 %	25,0 %	12,5 %	100 %
Bruchklasse C	Anzahl	4	10	21	7	42
	in %	9,5 %	23,8 %	50,0 %	16,7 %	100 %
Gesamt	Anzahl	15	35	52	8	110
	in %	13,6 %	31,8 %	47,3 %	7,3 %	100 %

Testwahl: Exakter Test nach Fisher

Testergebnis: $p = 0,005$

Testinterpretation: Die Tabelle zeigt signifikante Unterschiede bei der Verteilung zwischen Fraktur-Typ und Arthrosegrad. Bei Fraktur-Typ der Bruchklasse A ist bei insgesamt 60 Patienten der Arthrosegrad 3 in keinem Fall vorhanden. Bei Bruchklasse C hingegen gibt es 7 Patienten mit Arthrosegrad 3 von insgesamt 42 Patienten.

4.2.6 Komplikationen

Die Anzahl der Komplikationen in unserem Patientenkollektiv, bei welchen es sich um Komplikationen der Weichteile handelte, stellt sich bei den 19 Patienten (= 15,83 %) mit ungünstigem Behandlungsergebnis (Mayo-Score < 65) wie folgt dar:

- Karpaltunnelsyndrom: 1
- Infektion: (Pin-Infekt) 1
- Eingeschränkte Handgelenksfunktion: 3
(Range Flexion + Extension < 50°)
- CRPS: 5
- Revisions-OPs: 2
- Verzögerte Frakturheilung: 1
- Sehnenruptur: 1
- Wundheilungsstörung: 1

Insgesamt hatten wir eine Komplikationsrate von knapp 9 % (11 von 120 Patienten), mit wenigen Mehrfachkomplikationen, deren Ursachen nicht Thema dieser Studie waren. Unter Ausschluss dieser Patienten mit Komplikationen verbleiben lediglich 8 Personen, dies sind 6,7 % von 120, deren Ergebnis als nicht zufriedenstellend bezeichnet werden kann.

Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass bei fast der gleichen Anzahl, d.h. bei 9 Patienten, eine klinisch relevante Arthrose von Grad 3 nachgewiesen wurde.

5. Diskussion

In unserer Gesellschaft sind alle Altersgruppen von der distalen Radiusfraktur betroffen. Sportliche Aktivitäten, die zunehmend auch von den Senioren ausgeübt werden und größere Mobilität, z.B. durch E-Bikes, führen zu einer Zunahme der Sturzhäufigkeit und demzufolge auch der distalen Radiusfraktur.

Früher, bis zu den 1970er Jahren, wurden distale Radiusfrakturen häufiger konservativ oder mit heute nicht mehr üblichen Verfahren behandelt, wie z.B. dem gelenküberbrückenden Fixateur externe und der dorsalen Plattenosteosynthese. Diese Methoden wurden aber durch die winkelstabile Plattenosteosynthese, auch als LCP (locking compression plate) bekannt, aus ihrer führenden Rolle weitgehend verdrängt, denn sie ergaben oft weniger zufriedenstellende Ergebnisse als nach operativen Eingriffen mit der LCP, wie durch zahlreiche Studien belegt wurde (Stahel et al., 2005, Rudolph et al., 2012, Nienstedt 1998). Das neue Verfahren ermöglicht eine frühzeitige postoperative Mobilisation und resultiert u.a. in einer besseren Beweglichkeit im Handgelenk und einer reduzierten Inzidenz von Weichteilkomplikationen, wie z.B. der Algodystrophie.

„Die Indikation zur palmaren Plattenosteosynthese besteht prinzipiell bei allen Frakturtypen, ausgenommen partiell artikuläre Frakturen (B1 und B2).

Der wesentliche Vorteil entsteht durch subchondral eingebrachte winkelstabile Schrauben, die eine hohe biomechanische Primärstabilität aufweisen (...). Eine Metallentfernung ist in der Regel nicht erforderlich“ (Lippisch et al., 2016).

Weiterhin bestätigt werden die guten Ergebnisse durch die Studie von Moser et al. bei der Untersuchung von Patienten, die ebenfalls mit winkelstabiler Platte therapiert worden waren. Der mittlere DASH-Score war hier 19 (Moser et al., 2004). Volare Platten sind mit ca. 90 % auch die häufigsten Implantate im Klinikum rechts der Isar.

Die vorliegende Studie wurde durchgeführt, um das subjektive und objektive Outcome distaler Radiusfrakturen zu untersuchen, insbesondere unter dem Aspekt der Entstehung von postoperativer Arthrose und inwieweit dadurch die Ergebnisse auch im Hinblick auf die Ausübung alltäglicher Aktivitäten und ggf. die Wiedereingliederung ins Berufsleben beeinflusst werden.

5.1 Diskussion des Studiendesigns

Um die Operationsergebnisse der betroffenen Patienten zu evaluieren, wurde eine retrospektive Studie durchgeführt. Neben anderen Parametern wurden die Patienten auf das Vorhandensein von Arthrosezeichen untersucht. Die Nachuntersuchung beschränkte sich auf einen Termin; die zeitlichen Abstände zur OP waren unterschiedlich, d.h. zwischen 1 bis 5 Jahren. Im Mittel waren dies 33 Monate.

Die Ergebnisse dieser Studie wurden mit vorhandener Literatur, d.h. mit ähnlichen Arbeiten verglichen (siehe auch Tabelle 13, Kapitel 5.3.7), welche ebenfalls die distale Radiusfraktur zum Thema haben. Allerdings war keine dieser Arbeiten speziell auf die posttraumatische Arthrose fokussiert. Diese war lediglich, sofern überhaupt erwähnt, ein Kriterium von zahlreichen anderen, wie z.B. die Kraft beim Faustschluss, Bewegungsumfänge, verbliebene Gelenkstufe, Ulnavorschub, CRPS und nicht zuletzt die Zufriedenheit der Patienten, nach welchen das Gesamtergebnis beurteilt wurde, wobei auch die Bewertungsscores variierten.

Die Patienten sollten nur eine Fraktur des betroffenen Handgelenks erlitten haben, um auszuschließen, dass die Funktion schon aus vorherigen Frakturen mit zum Teil anderer Behandlung beeinträchtigt war und um somit eine bessere Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu haben.

Alle Frakturtypen wurden zugelassen, um bestimmte Faktoren im Zusammenhang mit dem jeweiligen Frakturtyp zu untersuchen.

Patienten mit Polytrauma oder schweren Begleitverletzungen wurden nicht in die Studie aufgenommen, da ansonsten das durchschnittliche Ergebnis nicht mehr realistisch gewesen wäre und damit z.B. der DASH-Score durch evtl. vorhandene Verletzungen des Oberarms nicht negativer ausfällt. Gebrechliche und demente Patienten wurden ebenfalls nicht in der Studie erfasst, da diesbezügliche Schwierigkeiten bei der Nachuntersuchung, der Anamneseerhebung und der allgemeinen Abnahme aller Fähigkeiten die Ergebnisse verfälscht hätten. Auch Patienten, bei welchen zwischen 2007 und 2011 nur eine Metallentfernung durchgeführt worden war, konnten nicht teilnehmen, um ausschließlich die Ergebnisse der eigentlichen Operation und nicht die einer Metallentfernung zu erhalten.

Zur Ergebniserfassung wurden die Scores Mayo und DASH verwendet sowie zusätzlich der in München im Klinikum rechts der Isar neu entwickelte Münchener Handgelenksbogen (MWQ-Bogen = Munich wrist questionnaire).

5.2 Diskussion des Patientenkollektivs

An der Studie, die vom 1. August 2012 bis Februar 2013 im Klinikum rechts der Isar durchgeführt wurde, nahmen 120 Patienten teil. Es kamen 88 Patienten persönlich zur Nachuntersuchung, 32 Patienten schickten die ausgefüllten Unterlagen an die Klinik für Unfallchirurgie auf dem Postweg zurück.

Bei unserem Patientenkollektiv waren verschiedene OP-Verfahren durchgeführt worden, d.h. Platten-, Kirschnerdraht- und Schraubenosteosynthese sowie Fixateur externe, wobei mit Abstand das häufigste Implantat die winkelstabile volare Platte war (LCP).

Die Größe des Patientenkollektivs ist mit anderen Studien vergleichbar, z.B. mit der Studie von Sakhaii et al., 2003, in welcher 100 Patienten nach Versorgung mit der winkelstabilen Plattenosteosynthese nachuntersucht werden konnten.

Die Mehrheit der Studienpatienten sind Frauen, so wie auch in anderen Studien. Bei Sakhaii waren dies 77 weibliche und 22 männliche Patienten. Die Altersverteilung in unserer Studie zeigt, dass die meisten Personen zwischen 50 und 70 Jahren alt sind, wobei die Frauen im Mittel ein höheres Alter aufweisen als die Männer. Die Frakturverteilung ist uneinheitlich. Am häufigsten waren die A3-Frakturen (52 = 45,6 %), es gab wenige B-Frakturen (8 = 6,6 %), aber sehr viele C2- (21 = 18,4 %) und C3-Frakturen (17 = 14,9 %). Die radiologische Befunddokumentation erfolgte über Röntgenaufnahmen des Handgelenks in 2 Ebenen.

Die Berufsgruppen sind sehr breit gestreut; auch aufgrund des Alters dominieren die Rentner mit ca. 44 %. Die Mehrzahl der Patienten gab eine vorwiegend sitzende Berufshaltung an.

5.3 Diskussion der Untersuchungsergebnisse

5.3.1 Funktionelle Ergebnisse

Postoperativ betrug der mediane Extensionswinkel 58°, der mediane Flexionswinkel 62° gegenüber der gesunden Seite mit einem medianen Extensionswinkel von 62° und einem medianen Flexionswinkel von 68°. Daraus errechnet sich ein Bewegungsumfang nach der Intervention von durchschnittlich 92 %.

Der mediane Adduktionswinkel lag bei 24°, der mediane Abduktionswinkel bei 42°. Auf der Gegenseite erreichte der mediane Adduktionswinkel 26°, der mediane Abduktionswinkel 46°. Daraus resultiert auch hier ein Bewegungsumfang der operierten Seite von durchschnittlich 92 %.

Im Rahmen der subjektiven Einschätzung des MWQ-Fragebogens ergab sich im Mittel eine Kraft beim Faustschluss von durchschnittlich 84,8 % im Vergleich zur Gegenseite. Diese Ergebnisse beziehen sich auf eine mittlere postoperative Nachuntersuchungszeit von 33 Monaten.

Schneiders et al. berichten in einer Studie über 211 Patienten, davon überwiegend Frauen (146 = 69 %), mit ähnlicher Altersstruktur wie in unserer Studie, d.h. mehrheitlich im Alter von >60 Jahren, mit einer distalen Radiusfraktur (20 A2-, 71 A3-, 11 B-, 35 C1-, 44 C2- und 30 C3-Frakturen) über die Ergebnisse nach einem mittleren Nachuntersuchungszeitraum von 16 Monaten nach dem Unfall. Das Patientenkollektiv umfasste 30 konservative Behandlungen, 94 Kirschnerdrahtosteosynthesen, 54 Patienten wurden mit einem Fixateur externe, 9 mit einer dorsalen und 23 mit einer palmaren Plattenosteosynthese versorgt. Bei den mit dorsaler Plattenosteosynthese behandelten Personen betrug der Bewegungsumfang 82,3 %, bei jenen mit der palmaren Methode wurden 88,9 % erreicht. Der Mittelwert in dieser Studie für alle 211 Patienten lag bei 90 %. Bezüglich der Kraftminderung beim Faustschluss werden keine genaueren Angaben in der Studie gemacht (Schneiders et al., 2006). Im Vergleich dazu sind unsere Ergebnisse mit 92 % Bewegungsumfang geringfügig besser. Allerdings fand die Nachuntersuchung in unserer Studie erst nach dem doppelten Zeitraum statt.

In der Studie von Ochmann et al., in welcher Patienten von über 65 Jahren mit einem gelenküberbrückenden Fixateur externe behandelt wurden (4 A2-, 29 A3-, 7 C1- und 28 C2/3-Frakturen), wird über folgende Bewegungsausmaße berichtet:

Die Extension/Flexion betrug durchschnittlich 80 % im Vergleich zur Gegenseite, bei der Adduktion/ Abduktion wurden 86 % erreicht. Die manometrisch gemessene Kraft beim Faustschluss betrug im Durchschnitt 75 % der gesunden Seite. Das klinische und radiologische mittlere Follow-up fand nach 37 Monaten statt; es konnten 49 von 67 Patienten nachuntersucht werden. Der Fixateur externe, der extraartikulär und gelenküberbrückend zum Einsatz kommen kann, wird in dieser Studie als wenig invasive Methode und damit als echte Alternative zur winkelstabilen Plattenosteosynthese befürwortet. Jedoch wird auch darauf hingewiesen, dass sich in der Gesamtschau eindeutige Vorteile der winkelstabilen Plattenosteosynthese finden (Ochmann et al., 2006).

Ähnlich angelegt ist die Studie von Pennig et al., in welcher 43 Patienten mit C3-Frakturen, die mit einem transartikulären Bewegungsfixateur stabilisiert wurden, eine mittlere Flexion/Extension von 82 % und eine Ab- und Adduktion von 80 % erreichten. Die durchschnittliche Handkraft betrug 85 % der Gegenseite. Die Nachuntersuchung fand im Mittel nach 30 Monaten statt (Pennig et al., 2011).

Franck et al. vergleichen in einer Studie die Montage des nicht-gelenküberbrückenden Fixateur externe mit der Versorgung durch perkutane Kirschner-Draht-Osteosynthese mit Gips für extraartikuläre distale Radiusfrakturen der Typen A2 und A3. Die Studie umfasste 40 Patienten, 20 je Gruppe. Die Abschlussuntersuchung nach 6 Monaten ergab, dass ein annähernd gleiches funktionelles Ergebnis erzielt wurde. Es wird über eine Handkraft von 85 % bei Versorgung mit Fixateur externe und 94 % bei Versorgung mit Kirschnerdrähten im Vergleich zur Gegenseite berichtet. Für Flexion/Extension und Ab-/Adduktion werden lediglich für die therapierte Seite die Werte der absoluten Winkel (°) angegeben, ohne Vergleich mit der Gegenseite. Die mit einem Fixateur externe versorgten Patienten hatten in beide Richtungen einen größeren Bewegungsumfang als die Kirschner-Draht-Gruppe, die aber bei der Handkraft überlegen war (Franck et al., 2000).

Ein direkter Vergleich mit den Werten in unserer Studie ist aufgrund der unterschiedlichen Frakturarten und Therapieverfahren nicht möglich.

Moser et al. berichten in ihrer Studie über ein gutes funktionelles Ergebnis nach Versorgung von 62 distalen Radiusfrakturen mit winkelstabiler palmarer Plattenosteosynthese. Sowohl das Patientenkollektiv als auch das Therapie-Verfahren ist mit unserer Studie gut vergleichbar. Das Durchschnittsalter (38 Frauen, 24 Männer) betrug ca. 55 Jahre. Es handelte es sich um 3 A2-, 24 A3-, 7 B3-, 14 C1-, 9 C2- und 5 C3-Frakturen. Die Patienten wurden im Mittel nach 11 Monaten klinisch und radiologisch kontrolliert. Zur Bewertung der funktionellen Resultate wurden die DASH-Kriterien verwendet. Die Bewegungsausmaße erreichten im Schnitt 81 % bei Extension/Flexion, 87 % bei Radial-/Ulnaradduktion und 90 % bei Pronation/Supination im Vergleich zur Gegenseite (Moser et al., 2004).

Die Kraft beim Faustschluss wird jedoch nicht erwähnt.

Interessant und gut vergleichbar mit unseren Ergebnissen ist auch die Studie von Sakhaii et al., in welcher 100 instabile distale Radiusfrakturen (10 A-, 6 B- und 84 C-Frakturen) nach Versorgung mit der palmaren winkelstabilen T-Platte nach einem mittleren Zeitraum von 10 Monaten klinisch und radiologisch nachuntersucht werden konnten. Im Vergleich zur Gegenseite konnte für die Flexion/Extension eine Beweglichkeit von durchschnittlich 81 %, für die Ulnarabduktion/Radialabduktion von 84 % und für die Pronation/Supination von 91 % erreicht werden. Die durchschnittliche Handkraft betrug 74 % im Vergleich zur gesunden Seite.

Die funktionelle Bewertung wurde nach dem Sarmiento-Score ermittelt und ergab 15 % sehr gute, 56 % gute, 28 % befriedigende und 1 % schlechte Ergebnisse. Postoperative Komplikationen traten bei 10 % der Patienten auf, 97 % waren mit dem Behandlungsergebnis zufrieden (Sakhaii et al., 2003).

5.3.2 Diskussion der Röntgenergebnisse

Arthrosegrad, Gelenkflächenstufe und Ulnavorschub wurden anhand der aktuellsten Röntgenbilder, die durchschnittlich 17 Monate nach der Intervention erstellt worden waren, dokumentiert.

Zur Bewertung des Arthrosegrades wurden die Kriterien nach Kellgren & Lawrence, siehe Tab. 1, Kapitel 1.4, herangezogen.

Bei 15 Personen (13,5 %) unseres Patientenkollektivs waren keine Arthrosezeichen (= Grad 0) vorhanden, 35 (31,5 %) hatten Grad 1, die meisten, d.h. 52 (46,9 %) wiesen Grad 2 auf und 9 Patienten (8,1 %) litten an schwerer Arthrose von Grad 3. Diese Werte wurden auf eine Skala von 0 bis 3 übertragen, gemäß der Codierung in Kapitel 4, Unterpunkt 4.1.7. Der mittlere Arthrosegrad liegt hier bei 1,5.

Nach dem gleichen Schema wurde die Bewertung für die Gelenkflächenstufe und den Ulnavorschub, sofern diese überhaupt vorhanden waren, vorgenommen.

Der Großteil der Patienten (78,4 %) hatte keine Stufe in der Gelenkfläche, Stufe 1 betraf 13,1 %, Stufe 2 hatten 7,1 % und nur 1,4 % hatten Stufe 3. Der sich daraus ergebende Mittelwert ist 0,31 und liegt auf der erwähnten Skala unter 1.

Sehr ähnliche positive Ergebnisse erreichten wir beim Ulnavorschub. Auch hier hatten die meisten Patienten (60,4 %) das beste Ergebnis, also keinen Ulnavorschub. Grad 1 wurde bei 28 %, Grad 2 bei 11 % und Grad 3 bei 0,6 % ermittelt. Auch dieses Ergebnis liegt mit einem Mittelwert von 0,52 auf der Skala unter 1.

Obwohl bei 86,5 % der Patienten Arthrose radiologisch erkennbar war, so war diese für nur wenige (8,1 %) mit Grad 3 klinisch relevant. Dies wird untermauert durch die funktionellen und subjektiven Ergebnisse im Mayo-Score, nach welchem 37 % der Patienten ein „sehr gutes“ Resultat hatten, obwohl bei nur 13,5 % im Röntgenbild keine Arthrose nachgewiesen wurde.

Nienstedts Ergebnis ist ähnlich: Bei seiner Studie, an welcher 19 Patienten (13 Männer und 6 Frauen) mit einem Durchschnittsalter von 42,3 Jahren teilnahmen, wurde auch bei 9 seiner Patienten eine posttraumatische Arthrose diagnostiziert. Dies ist somit ein recht großer Anteil (47 %), aber lediglich 1 Patient (5 %) litt an drittgradiger Arthrose. Ein weiterer dieser Patienten wies eine zweitgradige Arthrose auf, die anderen 7 Patienten hatten eine erstgradige Arthrose und waren beschwerdefrei. Lediglich der Patient mit der drittgradigen Arthrose gab Beschwerden an. Die Frakturen wurden durch eine Osteosynthese mit anmodellierter T-Platte versorgt. Die Nachuntersuchung fand im Durchschnitt 28 Monate nach der Intervention statt. In der Mehrzahl handelte es sich um komplexere Gelenkfrakturen vom Typ C1 = 4, C2 = 3, C3 = 5, B3.1 = 2 und B3.3 = 5 (Nienstedt, 1998).

In der Studie von Doi et al. werden die geschlossenen mit den offenen Repositionen von distalen intraartikulären Radiusfrakturen auch hinsichtlich Arthrose verglichen. Gruppe 1 umfasste 34 nachuntersuchte Patienten (20 Männer, 14 Frauen, Durchschnittsalter 52 Jahre), bei welchen eine arthroskopisch assistierte geschlossene Reposition erfolgte. Mittels perkutan eingebrachter Kirschnerdrähte wurde fixiert, die Ruhigstellung des Handgelenks wurde mit dem gelenküberbrückenden Fixateur externe erreicht. Hauptsächlich handelte es sich um C3-Frakturen nach AO und Brüche der Gruppe VIII nach Frykman (= intraartikulär mit Beteiligung des distalen Radioulnar- und Radiokarpalgelenks und Abriss des Proc. styloideus ulnae). Bei der AO-Klassifikation wird weder die Beteiligung des distalen Radioulnargelenks noch der Abriss des Proc. styloideus ulnae berücksichtigt, außer bei der A1-Fraktur. Die offen reponierten Frakturen, d.h. Gruppe 2, betrafen 48 Patienten (15 Männer, 33 Frauen, Durchschnittsalter 55 Jahre) mit vergleichbarer Frakturverteilung gem. Gruppe 1. Es wurden entweder kombinierte Platten- und Schrauben- oder Kirschnerdraht-Osteosynthesen durchgeführt. Die Nachuntersuchung für beide Gruppen erfolgte im Mittel nach 31 Monaten. Über folgende Ergebnisse wird berichtet:

Bei den arthroskopisch versorgten Patienten hatten 47 %, bei den operierten Patienten 58 % den Arthrosegrad I – III, ohne genauere Angaben über die zahlenmäßige Verteilung der einzelnen Arthrosegrade. Die Bewertung ist nach Knirk und Jupiter klassifiziert, die im wesentlichen den Kriterien nach Kellgren & Lawrence entspricht. Es wurde eine hohe Korrelation zwischen maximal verbleibender **intra-artikulärer Stufe** und posttraumatischer **Radiokarpalarthrose** im CT festgestellt. Dies hatte jedoch keinen Einfluss auf das klinische Gesamtergebnis.

Das Ausmaß der posttraumatischen **Arthrose** des distalen **Radioulnargelenkes** jedoch, hatte Einfluss auf das Bewegungsausmaß bei **Pro- und Supination**, das bei der operierten Gruppe besser ausfiel. Die Beweglichkeit in allen anderen Ebenen war allerdings bei den geschlossenen Repositionen signifikant besser, ebenso wie die Griffstärke. Die arthroskopisch therapierte Gruppe erreichte 86 %, die operierte Gruppe dagegen nur 76 % der Griffstärke der Gegenseite (Doi et al., 1999).

In unserer Studie leiden 8 % der Patienten an drittgradiger Arthrose. In der Studie von Nienstedt 5 % und Doi et al. berichten über frühe radiologische Arthrosezeichen bei 58 % der offen versorgten Frakturen.

Zu bemerken in diesem Zusammenhang ist, dass leichte Arthrosezeichen im Alter klinisch nicht von Bedeutung sind; dies ist erst bei drittgradiger Arthrose der Fall.

5.3.3 Diskussion der Scores

DASH-Score

Der mittlere DASH-Score liegt in dieser Studie bei 15 Punkten, wobei die Streuung bei den DASH-Werten recht groß ist. Auf der Skala von 0 bis 100 stellt dies eine gute bis sehr gute subjektive Beurteilung dar und korreliert mit den guten funktionellen Resultaten.

Moser et al. berichten über einen mittleren DASH-Score von 19 Punkten bei einem Patientenkollektiv, das gut zu unserem vergleichbar ist, da die Versorgung ebenfalls mittels winkelstabiler palmarer Plattenosteosynthese erfolgte. Die Nachuntersuchung fand allerdings auch deutlich früher nach der OP statt, im Mittel nach 11 Monaten (Moser et al., 2004).

In der prospektiven Untersuchung von Meier et al. war das Ergebnis ein mittlerer DASH-Score von 13 Punkten bei 20 Patienten, die mit einer multidirektional-winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthese therapiert worden waren. Hier fand die Kontrolle bereits 6 Monate nach der Operation statt. Obwohl das Ergebnis des mittleren DASH-Scores mit 2 Punkten Unterschied geringfügig besser ist als unser

Ergebnis, so liegen die funktionellen Resultate beim Bewegungsumfang mit 76 % bei Extension/Flexion und 88 % bei der Ulnar-/Radialduktion sowie 84 % Kraft beim Faustschluss unter den bei uns erzielten Ergebnissen. Es wird weiterhin berichtet, dass 82 % der Patienten mit dem Ergebnis zufrieden waren (Meier et al., 2010).

Frank et al. analysierten das klinische Ergebnis in einer prospektiven Studie mit 66 Patienten, mittleres Alter 53,3 Jahre, nach distaler Radiusfraktur in Abhängigkeit vom Frakturtyp und den Begleitverletzungen. Die Frakturverteilung nach der AO-Klassifikation waren zu 32 % Typ-A-, 10 % Typ-B- und 58 % Typ-C-Frakturen. Es wird von einem guten funktionellen Ergebnis berichtet; der DASH-Score betrug allerdings 24,8 Punkte. Kraft und Beweglichkeit waren auf der betroffenen Seite auf jeweils 81 % reduziert (Frank et al., 2010).

Mayo-Score

Die Auswertung des Mayo-Scores ergab bei 44 Patienten (39 %) ein sehr gutes Resultat, was einer Mayo-Punktzahl von 90 bis 100 entspricht; 25 Patienten (22 %) erreichten ein gutes Ergebnis (80-85 Punkte). Bei weiteren 25 Patienten (22 %) war dies befriedigend (60-75 Punkte) und 19 Patienten (17 %) wiesen ein wenig zufriedenstellendes Ergebnis auf (unter 60 Punkte).

Bei der genaueren Analyse dieser Gruppe fiel eine „hohe“ Komplikationsrate auf (11 von 19), die nachfolgend noch genauer diskutiert wird. Außerdem hatten 2 von diesen 19 Patienten Begleiterkrankungen in Form einer Polytoxikomanie und einer Humeruskopffraktur. Bei den 6 Patienten dieser Gruppe, die weder Begleiterkrankungen noch Komplikationen aufwiesen, war auch keine auffällige Verschiebung hin zu schwereren Frakturen in der AO-Klassifikation festzustellen (4 A3-, 1 A2- und 1 C3-Fraktur). In dieser Gruppe spiegelt sich das schlechte Ergebnis des Mayo-Scores auch im Röntgenbild wider, denn 6 der 19 Patienten hatten einen Gesamtscore Röntgen von 5 oder höher, also 31,6 %, während bei nur 10,8 % aller Patienten ein ähnlich hoher Wert vorhanden war.

Der mittlere Mayo-Score in unserer Studie liegt bei 79 Punkten; dies ergibt im Durchschnitt ein nahezu gutes Ergebnis. Meier et al. (2010) erreichten ein ähnliches Ergebnis mit einem mittleren Mayo-Score von 83 Punkten. Bei Frank et al. (2010) lag der durchschnittliche Mayo-Score bei 70,6 Punkten mit einem Patientenkollektiv, bei welchem ebenfalls hauptsächlich palmare Plattenosteosynthesen durchgeführt wurden. Somit wird das am Klinikum rechts der Isar erreichte Ergebnis beim Mayo-Score nur in der Studie von Meier um 4 Punkte übertroffen.

Der Mayo-Score weist häufiger signifikante Unterschiede auf als der DASH-Score. In Vergleichen, bei welchen beide Scores kein signifikantes Ergebnis ergaben, waren die p-Werte beim Mayo-Score stets näher an der Signifikanzgrenze ($p < 0,05$) als beim DASH-Score. Der Mayo-Score ist deshalb besser geeignet, um unterschiedliche Auswirkungen bei verschiedenen Einflussgrößen zu entdecken.

Der mediane Mayo-Score im untersuchten Patientenkollektiv liegt bei den Frauen bei 80 Punkten, bei den Männern hingegen bei 90 Punkten. Das bessere Ergebnis bei den Männern könnte in der Altersstruktur begründet sein, denn bei der Intervention waren die Frauen im Mittel 12 Jahre älter als die Männer.

5.3.4 Komplikationen

Im Vergleich mit anderen Studien konnten wir mit nur 9 % (11 von 120 Patienten) eine geringe Anzahl von Komplikationen verzeichnen. Es handelte sich dabei um Weichteilkomplikationen, die unter Punkt 4.2.6 genau aufgeführt werden.

Komplikationsraten distaler Radiusfrakturen bei Erwachsenen werden in großen Studien mit bis zu 30 % angegeben (Mentzel et al., 2001; Cooney et al., 1980; Meine, 1989). In der Studie von Nienstedt wurden bei 6 von 19 Patienten (knapp 32 %) Komplikationen beobachtet. In jeweils 2 Fällen handelte es sich dabei um Algodystrophie und dauerhafte Parästhesien im Bereich des Ramus palmaris nervi mediani sowie eine bleibende postoperative Druckschädigung des Nervus medianus und eine tempo-räre Parese des Nervus interosseus anterior (Nienstedt, 1998).

In der Studie von Arora et al., in welcher speziell Komplikationen nach Versorgung von 114 instabilen distalen Radiusfrakturen mit der LCP beschrieben werden, lag die Komplikationsrate ebenfalls bei 27 % (31/114). Hauptsächlich handelte es sich dabei um Irritationen, einschließlich Rupturen und Sehnenscheidenentzündungen, der Flexor- und Extensorsehnen (57 %) sowie um 5 CRPS- und 3 Karpaltunnelsyndrom-Fälle; 3 Patienten hatten eine verzögerte Frakturheilung. Alle Komplikationen waren unabhängig vom Frakturtyp (Arora et al., 2007).

5.3.5 Metallentfernungen

Bei der Nachuntersuchung nach durchschnittlich 33 Monaten hatten sich 34 % der Patienten das Implantat entfernen lassen. Dies ist eine geringe Anzahl im Vergleich mit anderen Studien. In der Studie von Nienstedt (1998) wurden alle Platten nach 12 Monaten entfernt; dabei handelte es sich allerdings um Osteosynthesen mit anmodellierter T-Platte. Arora (2007) hingegen berichtet, dass bei nur 17,5 % der Patienten das Implantat, in diesem Fall die LCP, entfernt wurde.

Prinzipiell kann dies im Handgelenk belassen werden. Hierfür entscheiden sich betagte Patienten häufiger aufgrund des höheren Operationsrisikos.

5.3.6 Zusammenhänge, die auf Signifikanz getestet wurden

In Beantwortung der Fragestellung 1 konnte sowohl beim Vergleich der Frakturklassen als auch der OP-Codes, bezogen auf die Scores Mayo und DASH, keine statistische Signifikanz abgeleitet werden. Jedoch zeigten sich beim Zeitraum seit der Intervention beim Mayo-Score im U-Test statistisch signifikante Unterschiede, indem länger zurückliegende Eingriffe in einem deutlich höheren Mayo-Wert und somit einem besseren Ergebnis resultierten als jene, die vor ein bis zwei Jahren stattgefunden hatten. Langfristig konnte demzufolge ein zunehmender positiver Heilungsverlauf verzeichnet werden.

Auch bei Fragestellung 2 konnte herausgearbeitet werden, dass der Gesamtscore Röntgen, bestehend aus Arthrosegrad, Stufe in der Gelenkfläche und Ulnavorschub, mit dem Mayo-Score statistisch negativ signifikant korreliert. Die große Mehrheit der Patienten, d.h. 90 %, mit dem niedrigen Röntgenscore erreichte mit 81 Punkten einen sehr hohen Mayo-Score. Ein niedriger Röntgenscore spiegelte sich in einem hohen Mayo-Score wider, aus welchem das gute Resultat ersichtlich ist. Hier besteht erwartungsgemäß ein deutlicher Zusammenhang zwischen den klinischen Ergebnissen und den Röntgenbefunden.

Weiterhin konnten, gem. Fragestellung 3, ebenfalls mit Hilfe des Mayo-Scores, tendenziell schlechtere Resultate bei zweizeitigen Operationen festgestellt werden. Dies erklärt sich, indem kompliziertere Brüche mit stärkerer Dislokation und metaphysären Trümmerzonen, d.h. vorwiegend C-Frakturen, tendenziell schlechtere Ergebnisse als einzeitige Operationen aufweisen.

Der Vergleich der Implantate, unter Fragestellung 4, ergab keine Unterschiede.

In Fragestellung 5 wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen Fraktur-Typ und Arthrosegrad erkennbar ist. Tatsächlich wurde deutlich, dass der Arthrosegrad 3 vorwiegend bei den C-Frakturen zu beobachten war. Von 42 Patienten mit C-Frakturen wiesen 7 Personen Grad 3 auf, somit knapp 17 %. Dieses Ergebnis entspricht dem der Fragestellung 2, d.h. auch hier wird deutlich, dass in der Regel ein niedriger Arthrosegrad (Teil des Röntgenscores) ein klinisch gutes Resultat impliziert.

5.3.7

Tabelle 13: Übersicht der Vergleichsstudien

Publikation	Arora et al. 2007	Doi et al. 1999	Franck et al. 2000	Frank et al. 2010	Meier et al. 2010	Moser et al. 2004	Nienstedt 1998	Ochmann et al. 2006	Pennig et al. 2011	Sakhaii et al. 2003	Schneiders et al. 2006	Eigene Studie
Teilnehmerzahl Frauen/ Männer Ø Alter	114 93 / 21 57 J.	82 47 / 35 52 J. u.55 J.	40 60 J.	66 53 J.	20	62 38 / 24 55 J.	19 6 / 13 42 J.	(68) 49 wurden nachun- tersucht > 65 J.	43	100 77 / 23 63 J.	211 146 / 65 > 60 J.	120 93 / 27 56,6 J.
Nachunters. Ø Monate seit OP	12	31	6	13	6	11	28	37	30	10	16	33
OP- Technik	LCP	Geschl. Repos. ./. offene Repos.	Fix.ext. * ./. Kirsch- nerdraht- Osteosyn.	Palm. Platten- Osteo- synthese	LCP Multidir.	LCP	Osteosyn. mit anmodel. T-Platte	Gelenk- überbr. Fixateur externe	Transart. Beweg. Fixateur	Palm. Winkel- stabile T-Platte	Konserv. Therapien und OP **	LCP
Frakturtyp A B C Ohne Ang. Angabe	55 59	 Meist. C 3	A2+A3	21 7 38	 ***	27 7 28	 7 12	33 35	 43	10 6 84	91 11 109	63 8 45 4
Faustkraft %	70 %	86 % u. 76 %	85 % u. 94 %	81 %	84 %			75 %	85 %	74 %		84,8 %
Bewegung Flex./Ext. Ab-/ Adduktion.	77 %			81 %	76 % 88 %	81 % 87 %		80 % 86 %	82 % 80 %	81 % 84 %	90 %	92 % 92 %
Arthrose Grad 0 Grad 1 Grad 2 Grad 3		47 % und 58 % je 1 - 3					37 % 5 % 5 %					13,5 % 31,5 % 46,9 % 8,1 %
DASH- Punkte Ø	13			25	13	19						15
Mayo- Punkte Ø				70,6	83							79
Zufrieden- heit Sehr gut Gut Zufrieden Nicht zufrieden	27 % 48 % 20 % 5%		95 + 79%		82 %			89 %		15 % 56 % 28 % 1 %	67 %	39 % 22 % 22 % 17 %

* Nicht gelenküberbrückender Fixateur Externe im Vergleich mit Kirschnerdraht-Osteosynthese, je 20 Patienten

** 30 kons. Therapien, 94 Kirschnerdraht-, 9 dorsale-, 23 palmare Plattenosteosynthesen, 54 Fixateurs externes

*** Die Frakturarten werden lediglich als Radiusextensions-Frakturen beschrieben.

6. Zusammenfassung

Hintergrund:

In der vorliegenden retrospektiv durchgeführten Studie sollte das objektive und subjektive Outcome bezüglich posttraumatischer Arthrose nach operativer Versorgung distaler Radiusfrakturen untersucht werden.

Patienten und Methoden:

Die Studie umfasste 120 Patienten, vorwiegend Frauen (77,5 %), mit einem medianen Alter von 58 Jahren (Frauen 61, Männer 48 Jahre). Es handelte sich hauptsächlich um A3-, C2- und C3-Frakturen, welche zum größten Teil, d.h. zu 90 %, mittels winkelstabiler volarer Plattenosteosynthese therapiert worden waren. Im Durchschnitt fand die Nachuntersuchung nach 33 Monaten statt.

Zur Bewertung der funktionellen Ergebnisse wurden der MWQ-Fragebogen sowie der Mayo- und der DASH-Score herangezogen; die Messung der Bewegungsumfänge erfolgte mit Hilfe eines Goniometers. Der Arthrosegrad wurde gemäß den Kriterien nach Kellgren & Lawrence definiert. Es wurde ein eigener Gesamtscore Röntgen entwickelt, bestehend aus Arthrosegrad, Ulnavorschub und Gelenkflächenstufe. Die statistische Auswertung wurde mit den SPSS-Programmen 15 und 20 durchgeführt. Für die Herausarbeitung signifikanter Unterschiede bzw. Zusammenhänge wurden statistische Testmethoden eingesetzt, vorwiegend der Kruskal-Wallis-Test (H-Test), der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test (U-Test) und der Mediantest.

Ergebnisse:

Die funktionellen Resultate ergaben Bewegungsumfänge von 92 % sowohl bei Adduktion und Abduktion als auch bei Flexion und Extension und eine Faustkraft von knapp 85 % im Vergleich zur gesunden Seite.

Die Untersuchung bezüglich Arthrosezeichen ergab folgendes Ergebnis:

Im Röntgenbild hatten 13,5 % der Patienten mit Grad 0 keine Arthrose, bei 31,5 % wurde Arthrose Grad 1 festgestellt, bei 46,8 % Grad 2 und bei 8,1 % Grad 3.

Größtenteils hatten die Patienten weder einen Ulnavorschub (60,4 %) noch eine verbliebene Gelenkstufe (78,4 %).

Der mittlere DASH-Score erreichte 15, der mittlere Mayo-Score 79 Punkte. Beide Ergebnisse entsprechen einer guten Bewertung. Die meisten Patienten konnten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ihre normale Arbeit wieder ausführen und waren schmerzfrei. Lediglich 5 % nahmen noch Medikamente gegen Schmerzen ein. Die subjektive Beurteilung war gut bis sehr gut (39 % „sehr gut“, 22 % „gut“, weitere 22 %

befriedigend und bei 17 % der Patienten war das Ergebnis unbefriedigend. Mit lediglich 9 % konnten wir eine geringe Komplikationsrate verzeichnen.

Diskussion:

Im Diskussionsteil wurden die Ergebnisse zahlreicher Studien mit den Resultaten der vorliegenden Arbeit verglichen. In bestimmten Studien, dies sind die Arbeiten von Doi et al. (1999), Schneiders et al. (2006) und Franck et al. (2000) wurden verschiedene Therapieverfahren gegen-übergestellt, siehe auch Tab. 13, Kapitel 5.3.7.

Ochmann et al. (2006) und Pennig et al. (2011) haben minimal-invasive Methoden untersucht. Bei der Gegenüberstellung der geschlossenen mit der offenen Reposition wurden bei den konservativen Verfahren in den o.g. Studien die besseren Ergebnisse erreicht. Aus der Studie von Doi ist zu entnehmen, dass die minimal-invasive Frakturbehandlung (geschlossene Reposition, arthroskopische Kontrolle, perkutane Retention der Fraktur) einen hohen technischen Aufwand und eine hochqualifizierte Ausbildung mit ausreichender Erfahrung der Traumatologen voraussetzt. Allerdings konnten mit den geschlossenen oder minimal-invasiven Methoden nur weniger komplexe Frakturen behandelt werden.

Bezüglich Bewegungsumfang konnten wir mit 92 % die besten Ergebnisse erzielen, selbst beim Vergleich mit den einfacheren und konservativ behandelten Frakturen. Ebenso liegen wir bei der Faustkraft mit 84,8 % im obersten Bereich, denn diese wurde nur in der Studie von Franck (2000) mit 94 % bei den Kirschnerdraht-Osteosynthesen übertroffen. In der Studie von Meier et al. (2010) werden geringfügig bessere Ergebnisse bei den Scores (DASH 13, Mayo 83 Punkte) aufgeführt. Die Studie umfasste jedoch nur 20 Patienten, ein Umstand, welcher die Aussagekraft der Arbeit einschränkt. Die Frakturen wurden hier ausschließlich mit der multidirektionalen LCP behandelt.

Auffällig in unserer Studie ist die Diskrepanz zwischen den festgestellten radiologischen Arthrosezeichen bei den meisten Patienten (86,5 %) und den sehr guten bis guten funktionellen Ergebnissen; insbesondere sind dies die Bewegungsumfänge von 92 %. Dies erklärt sich durch den Umstand, dass eine schwere Arthrose von Grad 3 lediglich bei 8 % der Studienpatienten vorlag und bestätigt, dass eine niedriggradige Arthrose keine klinische Relevanz hat und insbesondere das positive Langzeitergebnis nicht beeinträchtigt. Auch Schneiders berichtet unter Hinweis auf andere Studien, dass das radiologische Ergebnis älterer Patienten nicht unbedingt mit dem funktionellen und dem subjektiven Ergebnis korreliert (Schneiders et al., 2006).

Schlussfolgerung:

Durch die vorliegende Untersuchung konnte belegt werden, dass die operative Therapie distaler Radiusfrakturen mit der winkelstabilen Plattenosteosynthese sowohl objektiv als auch subjektiv zu sehr guten bis guten Ergebnissen, und zwar nicht nur hinsichtlich der posttraumatischen Arthrose, geführt hat.

Die Auswertung und der Vergleich verschiedener Parameter haben ergeben, dass als maßgeblicher Wert nur die klinisch relevante Arthrose von Grad 3, gem. dem Schema nach Kellgren & Lawrence, herangezogen werden kann. Es konnte eine klare Korrelation zwischen Funktion, Schmerzfreiheit, nur geringfügig oder nicht vorhandener Arthrose, postoperativer Arbeitsfähigkeit und gutem Langzeitoutcome abgeleitet werden.

Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass durch die operative Behandlung, die eine exakte anatomische Rekonstruktion der Gelenkfläche und der Radiuslänge ermöglicht, und nicht zuletzt dank der vielseitigen Einsatzmöglichkeiten der LCP, effizient verhindert werden kann, dass sich eine klinisch relevante posttraumatische Arthrose entwickelt.

Die Studie hat ebenfalls bestätigt, dass sich mittel- und langfristig mit zunehmendem Heilungsverlauf die Ergebnisse weiterhin verbessern.

Im Vergleich mit konservativen, minimal-invasiven und konventionellen Methoden konnten mit der winkelstabilen Plattenosteosynthese in fast allen Bereichen mindestens ähnlich gute bzw. bessere Resultate erzielt werden.

Obwohl die Kosten einer Operation höher sind als die einer geschlossenen Reposition, sollte das gute langfristige Ergebnis erste Priorität haben, auch unter dem Aspekt steigender funktioneller Ansprüche an das Handgelenk, welche von länger aktiv bleibenden Menschen heute gestellt werden.

7. Anhang

7.1 Mayo-Bogen



Klinikum rechts der Isar



Technische Universität München

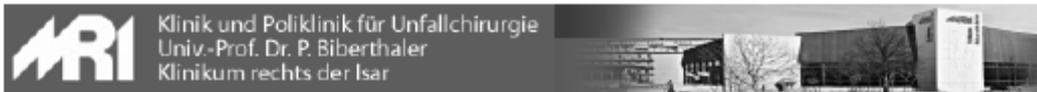
Bitte beantworten Sie die 4 folgenden Multiple Choice-Fragen bezogen auf die letzten 4 Wochen.

Mayo Wrist Score

Indikation: Handgelenk

Kategorie	Punkte	Befund
Schmerz	25	kein Schmerz
	20	leichter Schmerz bei starker Aktivität
	20	Schmerz nur bei Wetteränderung
	15	mittelgradiger Schmerz bei starker Aktivität
	15	leichter Schmerz bei Alltagstätigkeiten
	5	mittelgradiger Schmerz bei Alltagstätigkeiten
	0	Ruhschmerz
Zufriedenheit	25	sehr zufrieden
	20	mittelmäßig zufrieden
	10	nicht zufrieden aber arbeitsfähig
	0	nicht zufrieden, arbeitsunfähig
Bewegungsumfang	25	100 % der Gegenseite
	15	75–99 % der Gegenseite
	10	50–74 % der Gegenseite
	5	25–49 % der Gegenseite
	0	0–24 % der Gegenseite
Griffstärke (Grobgriff)	25	100 % der Gegenseite
	15	75–99 % der Gegenseite
	10	50–74 % der Gegenseite
	5	25–49 % der Gegenseite
	0	0–24 % der Gegenseite
Endergebnis (Punkte)	90–100	sehr gut
	80–89	gut
	65–79	befriedigend
	< 65	schlecht

7.2. MWQ-Bogen



Münchener Handgelenksbogen

Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie
Klinikum rechts der Isar

J. Serly, M. Beurer, C. Kirchhoff, P. Biberthaler

Bitte beantworten Sie **jede Frage** mit genau **einem Kreuz** !

Datum:	
Geschlecht:	<input type="checkbox"/> männlich <input type="checkbox"/> weiblich
Betroffenes Handgelenk:	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> beide Seiten
Berufstätig	<input type="checkbox"/> ja, als: _____ ja, <input type="checkbox"/> körperlich <input type="checkbox"/> stehend <input type="checkbox"/> sitzend <input type="checkbox"/> gehend <input type="checkbox"/> nein, falls nein wegen dem Handgelenk <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Rentner/in	<input type="checkbox"/> Hausfrau/-mann <input type="checkbox"/>
Nehmen Sie Medikamente wegen Handgelenksschmerzen auf der/n betroffenen Seite/n ? <input type="checkbox"/> ja, wenn ja, welche: _____ (und in welcher Dosierung) _____ <input type="checkbox"/> nein	
Rechtshänder	<input type="checkbox"/> Linkshänder <input type="checkbox"/>
Für welches Handgelenk wird der Fragebogen ausgefüllt ? <input type="checkbox"/> rechtes <input type="checkbox"/> linkes	

© Klinik und Poliklinik für Unfallchirurgie – Klinikum Rechts der Isar – Technische Universität München

Schmerzen										
1. Wie stark sind Ihre Schmerzen in Ruhe?										
keine leicht mittelmäßig stark unerträglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Wie stark sind Ihre Schmerzen bei alltäglichen Bewegungen?										
keine leicht mittelmäßig stark unerträglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Wie stark sind Ihre Schmerzen beim Heben eines schweren Gegenstandes (z.B. gefüllte Einkaufstasche, gepackter Koffer)?										
keine leicht mittelmäßig stark unerträglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Wie oft haben Sie Schmerzen im Bereich des behandelten Handgelenkes?										
nie selten manchmal oft ständig										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Wie sehr sind Sie subjektiv mit dem Behandlungsergebnis zufrieden?										
sehr mittelmäßig gar nicht										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arbeit und alltägliches Leben										
6. Haben Sie Schwierigkeiten beim Öffnen eines verschlossenen Marmeladen- oder Honigglases mit der behandelten Hand?										
keine wenig mäßig stark nicht möglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Haben Sie Schwierigkeiten mit der behandelten Hand einen Schlüssel im Türschloss umzudrehen?										
keine wenig mäßig stark nicht möglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8. Haben Sie Schwierigkeiten mit der behandelten Hand ein Messer zu benutzen um Lebensmittel zu schneiden?										
keine wenig mäßig stark nicht möglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Haben Sie Schwierigkeiten mit der behandelten Hand eine Türklinke herunter zu drücken?										
keine wenig mäßig stark nicht möglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Haben Sie Schwierigkeiten beim Schreiben auf einer Tastatur (PC, Schreibmaschine) oder beim Klavier/Keyboard spielen?										
keine wenig mäßig stark nicht möglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Haben Sie Schwierigkeiten mit der behandelten Hand die Zähne zu putzen?										
keine wenig mäßig stark nicht möglich										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Konnten Sie nach der Behandlung Ihre normale Arbeit wiederaufnehmen?										
Normale Arbeit möglich				<input type="checkbox"/>						
Eingeschränkt bei normaler Arbeit				<input type="checkbox"/>						
Arbeitsfähig, aber arbeitslos				<input type="checkbox"/>						
Aufgrund des Handgelenkes nicht arbeitsfähig				<input type="checkbox"/>						
Griffstärke										
13. Wie bewerten Sie die Griffstärke Ihrer behandelten Hand im Vergleich zur gesunden Gegenseite? Griffstärke entspricht										
100% 75% 50% 25% 0%										
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Bewegung

14. Pronation / Supination

Ist es Ihnen möglich folgende Positionen mit der rechten und der linken Hand einzunehmen? Bitte achten Sie darauf, dass Ihre beiden Ellenbogen am Körper anliegen!



Rechte Hand:

- Ja
- Nein

Linke Hand:

- Ja
- Nein



Rechte Hand:

- Ja
- Nein

Linke Hand:

- Ja
- Nein



Rechte Hand:

- Ja
- Nein

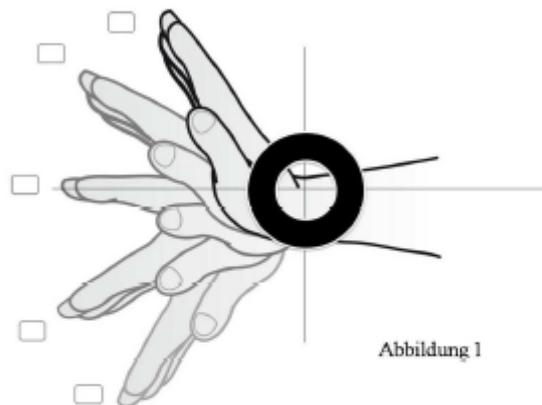
Linke Hand:

- Ja
- Nein

15. Bitte verwenden Sie zur Beantwortung dieser beiden Fragen die beiliegenden Schablonen/Zeichnungen (Abbildung 1,2,3 und 4):

1. Dorsalextension/Palmarflexion (Abbildung 1 und 2)

Legen Sie hierzu die rechte und die linke Hand auf die beiliegenden Schablonen 1 und 2:

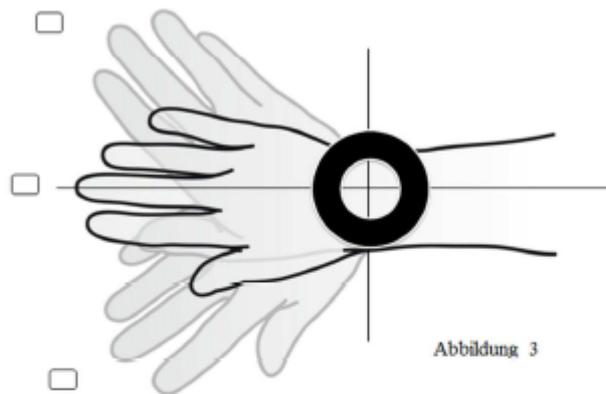


Der schwarze Kreis stellt hierbei das Drehzentrum des Handgelenkes dar. Bewegen Sie nun Ihre Hand entsprechend der Zeichnung und prüfen, welche Positionen Sie mit Ihrer Hand einnehmen können. Dabei darf der Unterarm **NICHT** mitbewegt werden, die Bewegung soll nur im Handgelenk stattfinden!

Falls Sie nur die Ausgangsposition einnehmen können, so machen Sie bitte bei der Ausgangsposition Ihr Kreuz.

2. Radialabduktion/Ulnarabduktion (Abbildung 3 und 4)

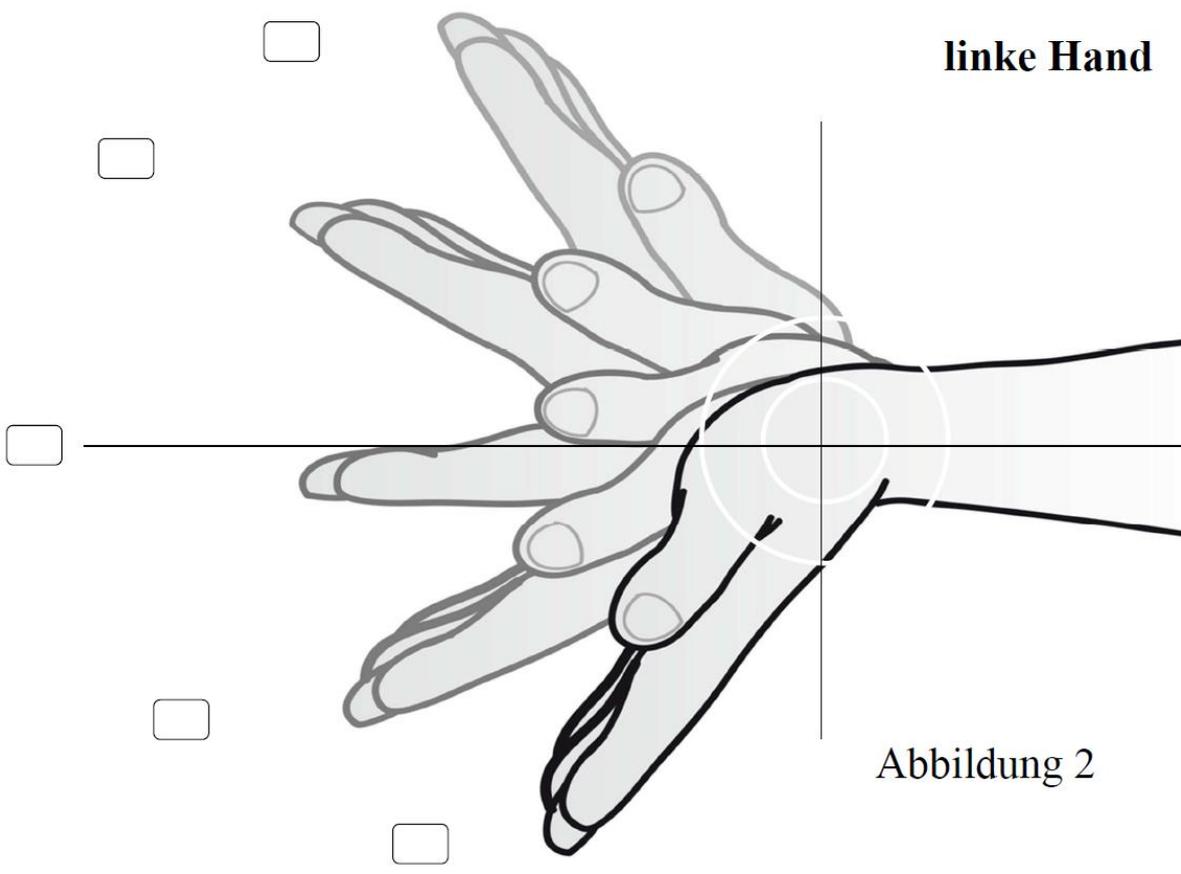
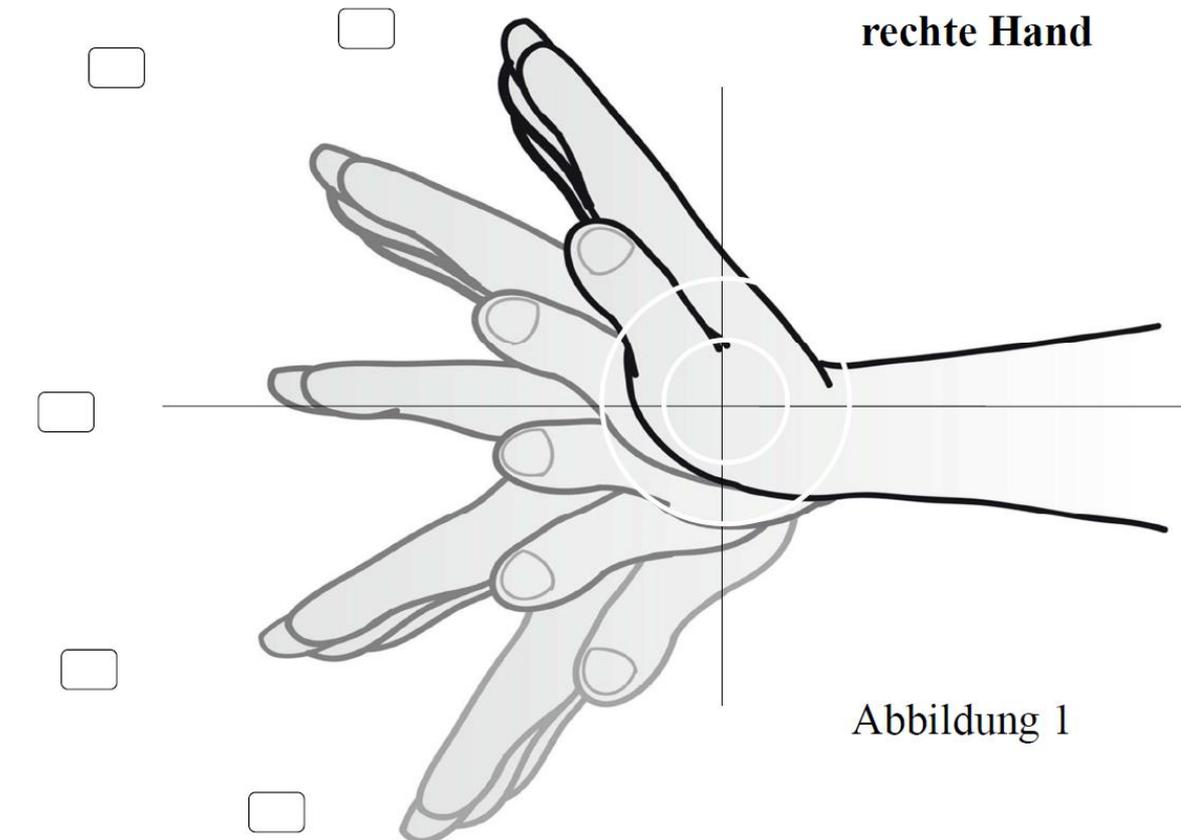
Legen Sie hierzu die rechte und die linke Hand auf die beiliegenden Schablonen 3 (a + b) und 4 (a + b):

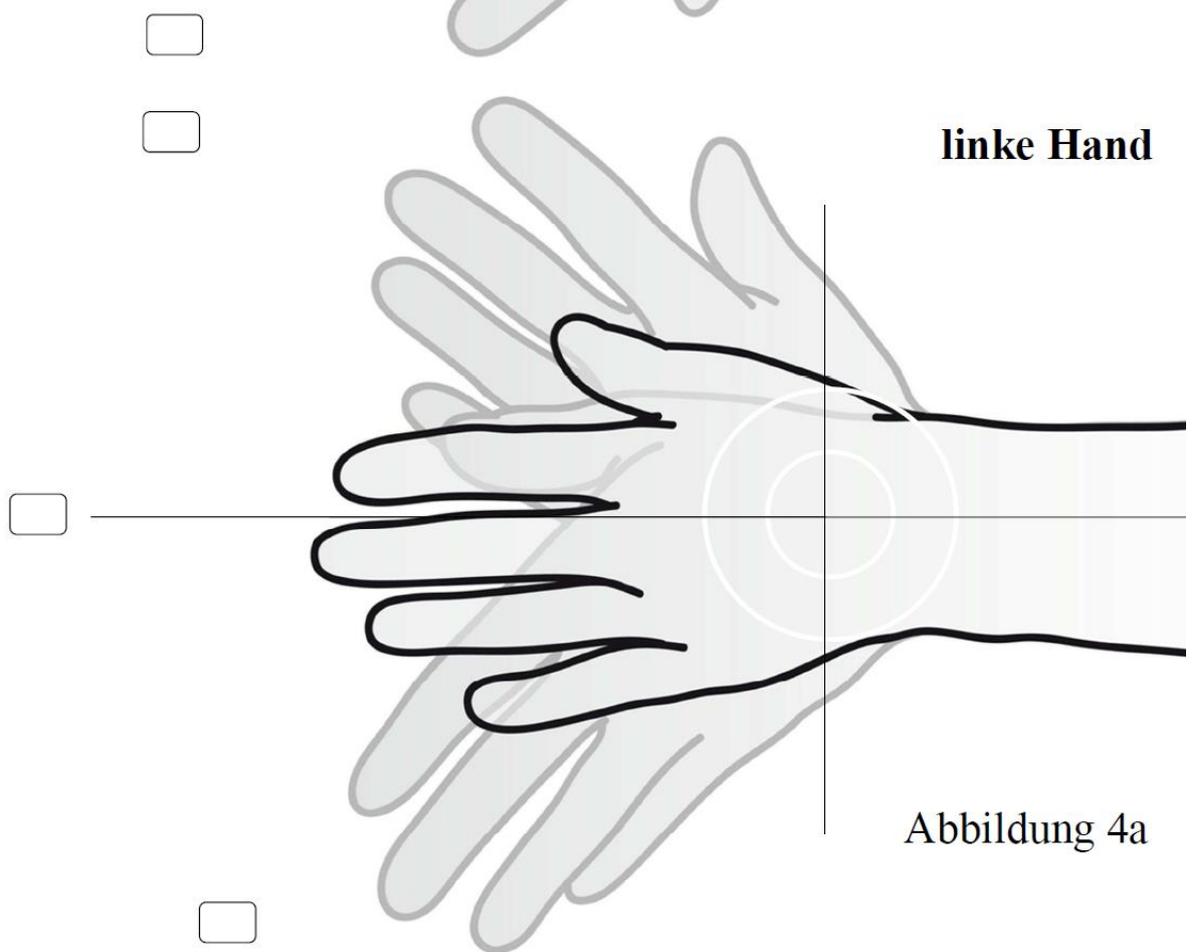
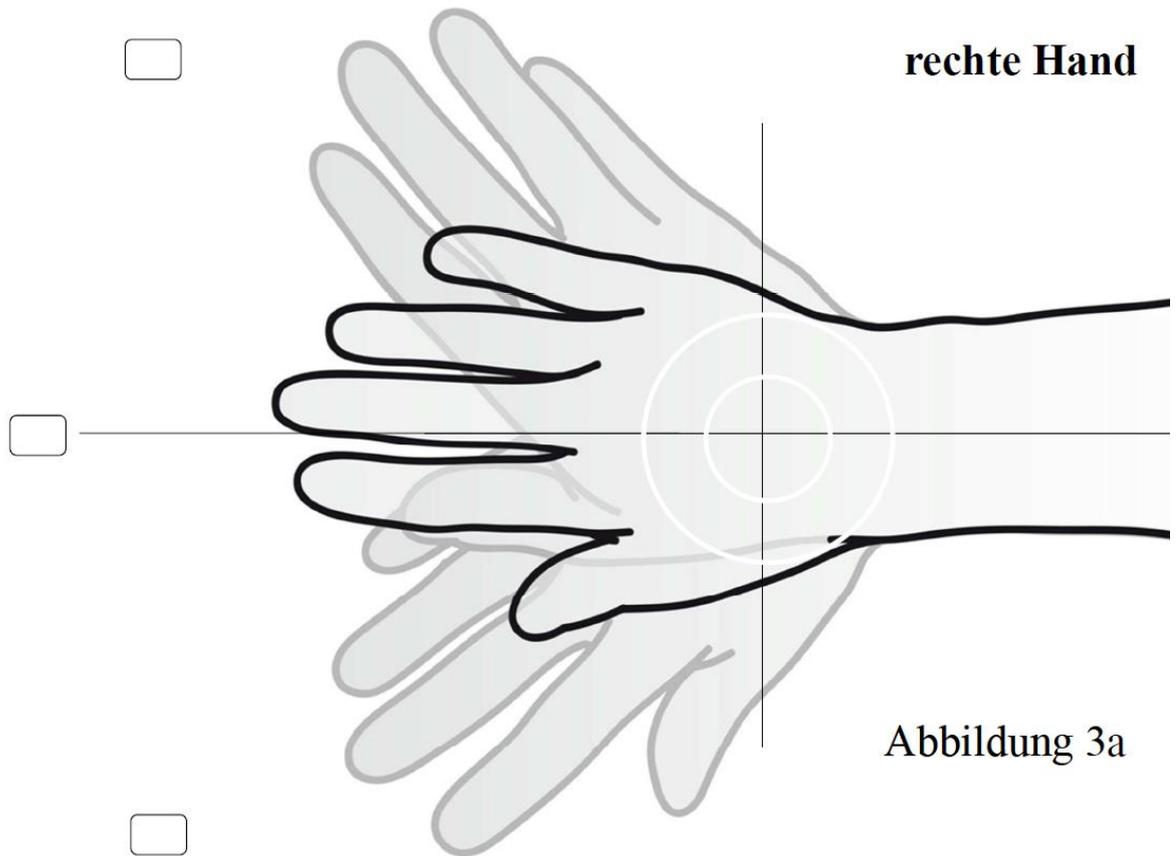


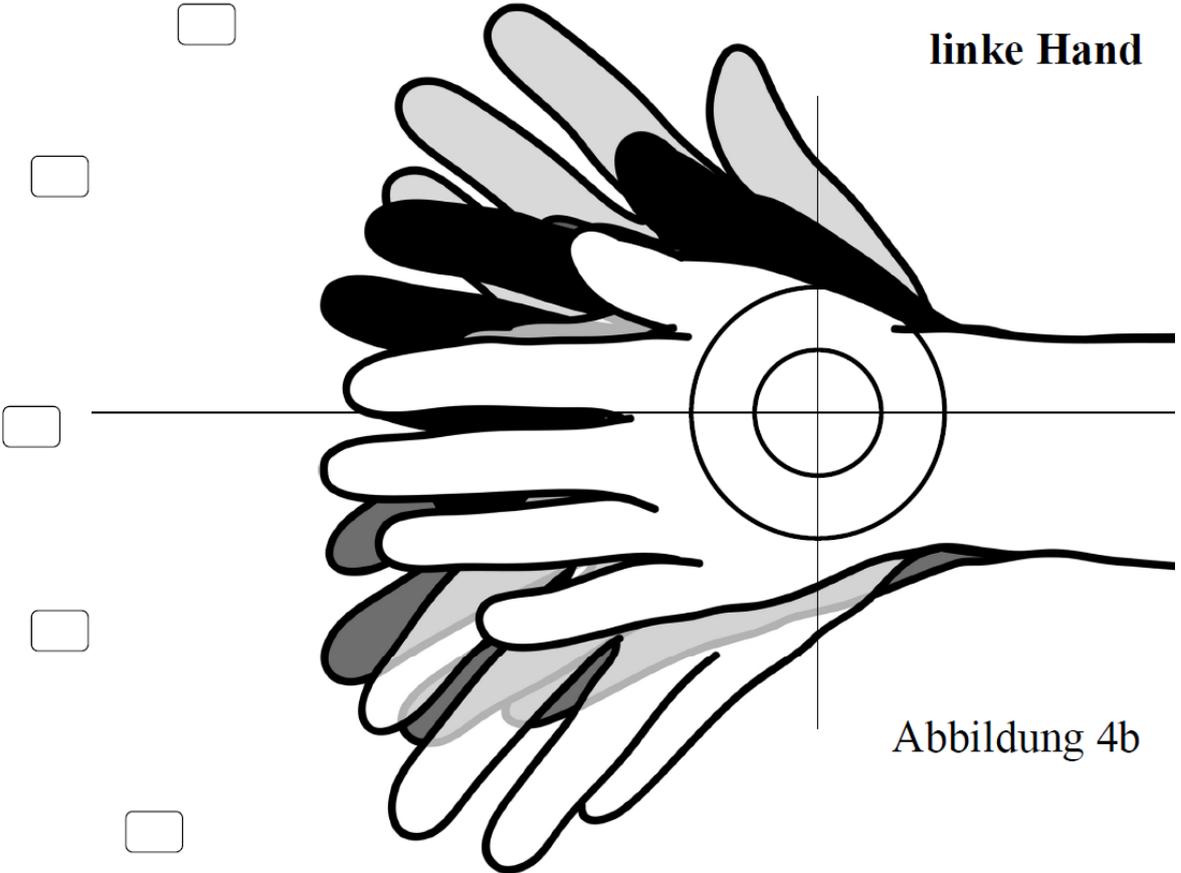
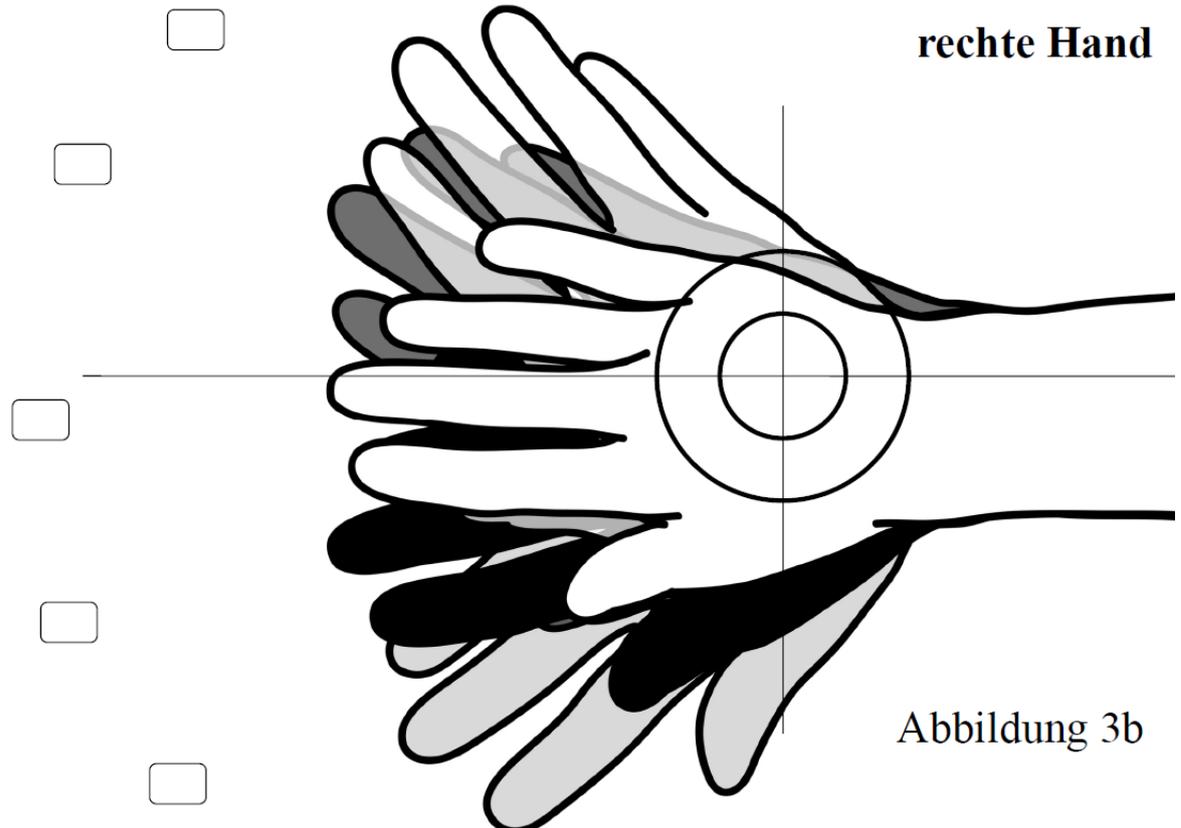
Der schwarze Kreis stellt hierbei das Drehzentrum des Handgelenkes dar. Bewegen Sie nun Ihre Hand entsprechend der Zeichnung und prüfen, welche Positionen Sie mit Ihrer Hand einnehmen können. Dabei darf der Unterarm **NICHT** mitbewegt werden, die Bewegung soll nur im Handgelenk stattfinden!

Falls Sie nur die Ausgangsposition einnehmen können, so machen Sie bitte bei der Ausgangsposition Ihr Kreuz.

Vielen Dank für Ihre Hilfe und Bemühungen !!!







7.3 DASH-Bogen

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

THE DASH

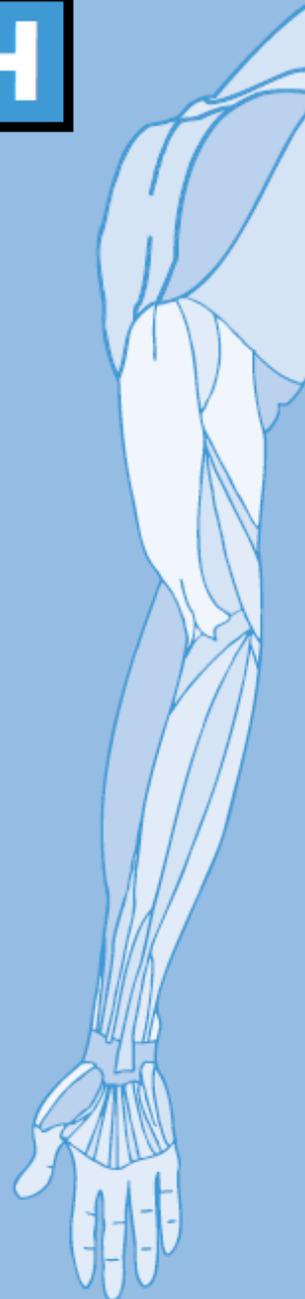
ANLEITUNG

Dieser Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Beschwerden als auch mit Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen.

Bitte beantworten Sie *alle Fragen* gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit gehabt haben, eine der unten aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die Ihrer Meinung nach *am ehesten* zutreffen würde.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausüben. Antworten Sie Ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.



DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. Ein neues oder festverschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (z. B. Wände abwaschen, Boden putzen)	1	2	3	4	5
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.) ¹		2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln zurecht zukommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)	1	2	3	4	5
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt? (Bitte reuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Oberhaupt nicht	Ein wenig	Mäßig	Ziemlich	Sehr
1	2	3	4	5

23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt? (Bitte reuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Oberhaupt nicht eingeschränkt	Ein wenig eingeschränkt	Mäßig eingeschränkt	Sehr eingeschränkt	Nicht möglich
1	2	3	4	5

Bitte schätzen Sie die Schwere der folgenden Beschwerden während der letzten Woche ein. (Bitte reuzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Zahl an)

	Keine	Leichte	Mäßige	Starke	Sehr starke
24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5

29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich? (Bitte reuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Keine Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1	2	3	4	5

30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann. (Bitte reuzen Sie die entsprechende Zahl an)

Stimme überhaupt nicht zu	Stimme nicht zu	Weder Zustimmung noch Ablehnung	Stimme zu	Stimme sehr zu
1	2	3	4	5

Auswertung DASH: Addieren Sie die angekreuzten Antworten (Nr. 1 bis 30); subtrahieren Sie 30; dividieren Sie durch 1,2 = DASH-Wert.
Falls Antworten fehlen, beachten Sie die detaillierten Anweisungen

DISABILITIES OF THE ARM, SHOULDER AND HAND

SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder auf das Ausüben Ihres Sports oder auf beides.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.

Bitte geben Sie dieses Instrument bzw. diese Sportart hier an:

Ich treibe keinen Sport oder spiele kein Instrument (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Kelne Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?	1	2	3	4	5

ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit (einschließlich Haushaltsführung, falls dies Ihre Hauptbeschäftigung ist).

Bitte geben Sie Ihre/n Arbeit/Beruf hier an:

Ich bin nicht berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt. Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Kelne Schwierigkeiten	Geringe Schwierigkeiten	Mäßige Schwierigkeiten	Erhebliche Schwierigkeiten	Nicht möglich
1. In der üblichen Art und Weise zu arbeiten?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen?	1	2	3	4	5
3. So gut zu arbeiten wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte Zeit mit Ihrer Arbeit zu verbringen?	1	2	3	4	5



Deutsche Verein: Guenter Gernann, Angela Harth, Gerhard Wind, Erhan Dierck
 Klinik für Hand-, Plastische und Rekonstruktive Chirurgie
 – Schwermetallambulanz
 IGC-Orthozentrum Ludwigshafen
 Klinik für Plastische und Handchirurgie der Universität Heidelberg

© IWH & AACS & COMSS 1997

7.4 Patientenaufklärungsbogen mit Einwilligungserklärung

Einladung zur Nachuntersuchung von Frakturen des Handgelenkes zur Überprüfung der postoperativen Entwicklung von Funktion und Schmerzen und zur Entdeckung von Arthrose

Patienteninformation

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

aufgrund eines Bruches Ihres Handgelenkes (distale Radiusfraktur) wurde bei Ihnen eine operative Therapie des Handgelenkes durchgeführt. Um unsere medizinischen Leistungen kontinuierlich zu verbessern, entwickelten wir ein neues Nachuntersuchungskonzept für Brüche des Handgelenkes (wie bei Ihnen vorliegend) u.a. mittels eines Selbst-Beurteilungs-Fragebogens.

Mit unserer Nachuntersuchung möchten wir den Zustand und die Funktion ihres Handgelenkes anhand von 3 Fragebögen bewerten. Dies ist wichtig, um ggf. das Risiko einer Arthrose (die sich bei Patienten teilweise erst nach einiger Zeit einstellt) möglichst gering zu halten bzw. Maßnahmen zur Vermeidung zu ergreifen.

Wir möchten Sie nun bitten, an dieser wissenschaftlichen Untersuchung teilzunehmen. Für Sie entstehen dabei keine wesentlichen zusätzlichen Belastungen. Anbei informieren wir Sie mit einem kurzen Überblick über die Inhalte und den Ablauf der Nachuntersuchung.

Ziel der Untersuchung:

Die Studie soll untersuchen, inwieweit sich eine sekundäre Arthrose nach Handgelenksbrüchen entwickelt und wie sich dies vermeiden lässt.

Wie ist der Ablauf der Studie?

Durch eine Teilnahme an der Studie entsteht für Sie kein wesentlicher zeitlicher Mehraufwand und keine finanzielle Belastung. Alle Untersuchungen werden gemäß unserem routinemäßigen Nachuntersuchungsschema durchgeführt. Sie bekommen heute mit diesem Schreiben eine Patienteneinverständniserklärung für die Studie und 2 Fragebögen (Münchner Handgelenksbogen und DASH). Wir bitten Sie, diese so weit wie möglich ausgefüllt zur Nachuntersuchung mitzubringen.

Bitte kommen Sie zum vereinbarten Termin am um.....
ins Klinikum Rechts der Isar, Ismaninger Straße 22, und melden Sie sich bitte in der Unfallchirurgischen Ambulanz. Dort werden wir Sie dann abholen, kurz untersuchen und Ihre Befunde besprechen. Weiter stehen wir Ihnen natürlich auch für Fragen bezüglich der Studie oder Ihres Handgelenks gerne zur Verfügung.

Bin ich als Patient im Rahmen der Studie versichert?

Im Rahmen der Studie sind Sie als Patient durch die übliche ärztliche Haftpflichtversicherung geschützt. Eine eigene Versicherung für die Studie ist nicht erforderlich, da keine über die Routine hinausgehenden Maßnahmen durchgeführt werden.

Ergeben sich für mich Vorteile, wenn ich die Untersuchung durchführen lasse?

Durch Ihre Teilnahme an der Untersuchung ergeben sich für Ihre weitere Behandlung insofern Vorteile, als dass eine sich entwickelnde Arthrose entdeckt werden und ihr Fortschreiten evtl. verhindert werden kann.

Wie werden meine persönlichen Daten geschützt?

Während Ihrer Behandlung und im Anschluß daran werden medizinische Befunde und persönliche Informationen von Ihnen erhoben. **Diese Daten** werden, wie üblich, in Ihrer Krankenakte festgehalten und **sind Unbefugten nicht zugänglich**. Die für unsere Untersuchung wichtigen Daten **werden zusätzlich pseudonymisiert**, das heißt verschlüsselt und in einen gesonderten Dokumentationsbogen eingetragen. In dieser Verschlüsselung sind keine Elemente enthalten, die eine Ermittlung Ihrer Person erlauben. Den Zugang zum Code für die Entschlüsselung hat nur der verantwortliche Prüfarzt, so daß Ihre persönlichen Daten gegen den unbefugten Zugriff Dritter absolut geschützt sind. Wenn Sie mit einer Verwendung der Krankheitsdaten nicht einverstanden sind, werden wir Sie selbstverständlich aus der Studie herausnehmen und die Daten vernichten. Sie können Ihre Einwilligung auch in Zukunft jederzeit frei ohne daraus entstehende Nachteile widerrufen.

Für Fragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

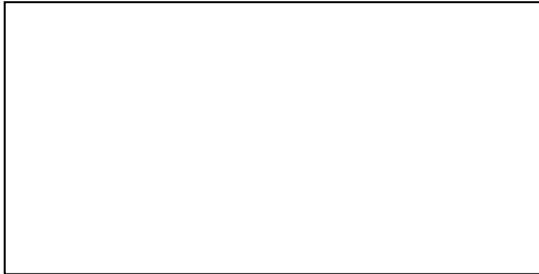
Mit freundlichen Grüßen

C. Radi (Tel. 08943719394)
Doktorand der Klinik

Dr. M. Neumaier
Oberarzt der Klinik

**Einladung zur Nachuntersuchung von Frakturen des Handgelenkes zur
Überprüfung der postoperativen Entwicklung von Funktion und Schmerzen
und zur Entdeckung von Arthrose**

Patienteneinverständniserklärung



Ich bin über die Art, Bedeutung und Ziel dieser klinischen Studie aufgeklärt worden, habe die Patienteninformation vollständig gelesen und verstanden und hatte genügend Zeit für meine Entscheidung.

Ich wurde darüber informiert, daß im Rahmen der Studie, an der ich teilnehmen werde, die Dokumentation des Krankheitsverlaufes in meiner vom Arzt geführten Krankenakte festgehalten wird und dass diese Akte als Grundlage für die Erhebung von wissenschaftlichen Daten in der Studiendokumentation dient. Weiter wurde ich darüber informiert, daß alle Daten **ausschließlich pseudonymisiert** gespeichert werden.

Ich bin damit einverstanden, daß meine Krankheits- und Behandlungsdaten in pseudonymisierter Form aufgezeichnet und zur wissenschaftlichen Auswertung verwendet werden. Veröffentlichungen, die auf den Daten dieser Untersuchung basieren, werden keine Informationen enthalten, die eine Identifizierung des einzelnen Patienten ermöglicht.

Ich bin darauf hingewiesen worden, daß alle Daten der ärztlichen Schweigepflicht unterliegen und bin mit der Erhebung und Verwendung persönlicher Daten und Befunddaten nach Maßgabe der Patienteninformation einverstanden.

Hiermit gebe ich mein Einverständnis für die Teilnahme an dieser Untersuchung, unter dem Vorbehalt, jederzeit – auch ohne Angabe von Gründen – zurücktreten zu können. Eine Kopie der Patienteninformation und -Einverständniserklärung ist mir ausgehändigt worden.

Ort, Datum, Unterschrift und Stempel
des aufklärenden Arztes

Ort, Datum, Unterschrift des
Patienten

8. Literaturverzeichnis

Altenberger, S., Hente, R., Schreyer, A.

Mittelfristige Ergebnisse nach Versorgung distaler Radiusfrakturen mit der winkelstabilen palmaren Plattenosteosynthese im Hinblick auf das Fraktur-Ausmaß und die Beteiligung des distalen Radioulnargelenks.
Dissertation an der Universität Regensburg, 2011, 77

AMBOSS GmbH (2019)

Kapitel: Karpaltunnelsyndrom

(<https://next.amboss.com/de/article/sR0tof?q=karpaltunnelsyndrom#Zceb1b417127398181815f37cc45fca9d>)

Stand: 01.05.2019

Antwerpes, F., Römer, G. (2015)

Kellgren-Lawrence-Score (<http://flexikon.doccheck.com/de/Kellgren-Lawrence-Score>)

Stand: 11.10.2015

Arora, R., Lutz, M., Hennerbichler, A., Krappinger, D., Espen, D., Gabl, M.

Complications Following Internal Fixation of Unstable Distal Radius Fracture With a Palmar Locking-Plate

Orthop. Trauma 21 (2007) 316-322

Beck, E.

Handgelenksnahe Speichenbrüche. Die konservative Behandlung.

Unfallheilkunde 82 (1979) 7-14

Beirer, M., Serly, J., Vester, H., Pförringer, D., Crönlein, M., Deiler, S., Biberthaler, P., Kirchhoff, C.

The Munich Wrist Questionnaire (MWQ) - development and validation of a new patient-reported outcome measurement tool for wrist disorders.

BMC Musculoskelet. Disord. 17 (2016) 167

Bialas, E., Schleppers, A. Auhuber, T. (2020)

COVID-19: Auswirkungen des Lockdowns auf die operative Patientenversorgung in Deutschland im April 2020

(<https://www.bdc.de/covid-19-auswirkungen-des-lockdowns-auf-die-operative-patientenversorgung-in-deutschland-im-april-2020/>)

Stand: 01.10.2020

Braun, R.N., Mader, F.H.

„Programmierte Diagnostik in der Allgemeinmedizin – 82 Checklisten für Anamnese und Untersuchung“

Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 2013, 4. Auflage, 118

Breyer, H.-G.

Indikation zur Entfernung winkelstabiler Radiusplatten.

Trauma und Berufskrankheit 10 (2008), 256-258

Cooney, W.P., Dobyns, J.H., Linscheid, R.L.

Complications of Colles' fractures.

J. Bone Joint Surg. Am. 62 (1980) 613-619

Cooney, W. P., Bussey, R., Dobyns, J. H., Linscheid, R. L.

Difficult wrist fractures. Perilunate fracture-dislocations of the wrist.

Clin. Orthop. Relat. Res. 214 (1987) 136-147

Czermak, C., Wittemann, M., Germann, G., Sauerbier, M.

Funktionelle Ergebnisse der Kapandji-Sauvé-Operation als Rettungseingriff am distalen Radioulnargelenk.

Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 39 (2007) 403-408

Deutsches Institut für medizinische Dokumentation und Information (2019)

Operationen an den Bewegungsorganen

(<https://www.dimdi.de/static/de/klassifikationen/ops/kodeuche/opshtml2020/block-5-78...5-86.htm>)

Stand: 06.05.2021

Diego ONE Kodierungsbrowser (2021)

(<https://diego.one/ops/5-794.k6?term=5-794.k6>)

Stand: 19.05.2021

Doi, K., Hattori, Y., Otsuka, K., Abe, Y., Yamamoto, H.

Intra-articular fractures of the distal aspect of the radius: arthroscopically assisted reduction compared with open reduction and internal fixation.

J. Bone Joint Surg. Am. 81 (1999) 1093-1110

Dumont, C., Fuchs, M., Folwaczny, E.K., Heuermann, C., Stürmer, K.M.

Ergebnisse der palmaren Plattenosteosynthese bei instabilen distalen Radiusfrakturen.

Chirurg 74 (2003) 827-833

Fernandez, D.L., Geissler, W.B.

Treatment of displaced articular fractures of the radius.

J. Hand Surg. Am. 16 (1991) 375-384

Franck, W.M., Dahlen, C., Amlang, M., Friese, F., Zwipp, H.

Distale Radiusfraktur – Ist der nicht-gelenküberbrückende Fixateur externe eine therapeutische Alternative?

Unfallchirurg 103 (2000) 826-833

Frank, J., Pralle, H., Lehnert, M., Marzi, I.

Begleitverletzungen distaler Radiusfrakturen.

Unfallchirurg 113 (2010) 796-803

Friedel, R., Dönicke, T., Schmidt, R., Hofmann, G.O.

Posttraumatische Veränderungen des Radiokarpalgelenks: Arthrodesen und Umstellungen.

Trauma und Berufskrankheit 7 (2005) 305-309

Fritsch, P.

„Dermatologie & Venerologie für das Studium“
Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2009

Frykman, G.

Fracture of the distal radius including sequelae-shoulder-hand-finger-syndrome, disturbance in the distal radio-ulnar joint and impairment of nerve function. A clinical and experimental study.
Acta Orthop. Scand. Suppl. 108 (1967) 86

Gartland, J.J., Werley, C.W.

Evaluation of healed Colles' fractures.
J. Bone Joint Surg. Am. 33 (1951) 895-907

Germann, G., Wind, G., Harth, A.

Der DASH-Fragebogen--Ein neues Instrument zur Beurteilung von Behandlungsergebnissen an der oberen Extremität.
Handchir. Mikrochir. Plast. Chir. 3 (1999) 149-152

Grützner, P.A., Kattner, H.

Distale Radiusfraktur und Extensionsfraktur nach Colles.
Z. Orthop. Unfall. 145 (2007) 391-397

Herold, G.

„Innere Medizin“
Gerd Herold Verlag, Köln, 2015

Hochschild, J.

„Strukturen und Funktionen begreifen. 1. Grundlagen zur Wirbelsäule, HWS und Schädel, BWS und Brustkorb, Obere Extremität“.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2005, 3. Auflage, 207-209

Hoffmann, R., Krimmer, H.

„Checkliste Handchirurgie“
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2009

Holz, F.

Anerkannte Indikationen zur konservativen Frakturbehandlung – Distale Radiusfraktur.
Trauma und Berufskrankheit 6 (2004) 71-75

ICD-Code OPS Suche (2019)

(<https://www.icd-code.de/>)

Stand: 28.04.2021

Imhoff, A.B., Linke, R.D., Baumgartner, R.

„Checkliste Orthopädie“

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2014

Jupiter, J.B.

Complex Articular Fractures of the Distal Radius: Classification and Management.

J. Am. Acad. Orthop. Surg. 3 (1997) 119 - 129

Kapandji, A.

Biomechanics of the carpus and wrist.

Ann. Chir. Main. 6 (1987) 147-169

Kellgren, J.H., Lawrence J.S.

Radiological assessment of osteoarthritis.

Ann. Rheum. Dis. 16 (1957) 494–502

Knirk, J.L., Jupiter, J.B.

Intra-articular fracture of the distal end of the radius in young adults.

J. Bone Joint Surg. Am. (1986) June 647-59

Kuner, E.H., Mellios, K., Berwarth, H.

Behandlung der komplizierten distalen Radiusfraktur mit dem Fixateur externe.

Unfallchirurg 105 (2002) 199-207

Kwasny, O., Barisani, G.R., Schabus, R., Hertz, H.

Results and analysis of poor results after conservative therapy of distal radius fracture.

Handchir. Microchir. Plast. Chir. 23 (1991) 240-244

Kwasny, O., Schabus, R., Hertz, H.

Results of conservatively treated radius fractures at typical sites.

Aktuelle Traumatol. 20 (1990) 1-5

Langenberg, R.

Der Abbruch des Processus styloideus ulnae – sein Einfluss auf die Handgelenksfunktion bei distalen Radiusfrakturen.

Zentralbl.Chir. 114 (1989) 1006-1011

Lengerke, J. (2008)

Röntgenaufnahme einer Hand.

(<https://de.wikipedia.org/wiki/Handgelenk>)

Stand: 09.10.2015

Lippisch, R., Lucas, B., Schüttrumpf, J.P., Piatek, S., Walcher, F.

Distale Radiusfrakturen.

Trauma und Berufskrankheit 18 (2016) 413-420

Loos, B., Olk, A., Grimm, A., Kopp, J., Bach, A.D., Polykandriotis, E., Hennig, F.F., Horch, R.E.

Die distale Radiusfraktur und ihre Begleitverletzungen am Handgelenk.

CHAZ 6 (2005) 13-19

Maier, K.-J., Euler, E., Hertlein, H., Faist, E.

Behandlungsergebnisse nach palmarer, optional variabel winkelstabiler Plattenosteosynthese distaler Radiusfrakturen mit einer 2,7mm Platte
Dissertation an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München, 2012, 150

Matschke, S., Glatzel, U., Grützner, A., Wentzensen, A.

Distale Unterarmfrakturen.
Trauma und Berufskrankheit 6 (2004) 204-212

Matschke, S., Wagner, C., Wentzensen, A.

Distale Radiusfrakturen.
Trauma und Berufskrankheit 9 (2007) 24-30

Mayr, E.

Distale Radiusfrakturen.
In: „Chirurgie Basisweiterbildung: In 99 Schritten durch den Common Trunk“,
Jauch, K.-W., Mutschler, W., Hoffmann, J.N., Kanz, K.-G. (Hrsg.),
Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2012, 2. Auflage, 542-549

Meier, R., Krettek, C., Probst, C.

Erste Ergebnisse der multidirektional-winkelstabilen palmaren Osteosynthese der distalen Radiusfraktur.
Unfallchirurg 113 (2010) 789-795

Meine, J.

Die Früh- und Spät komplikationen der Radiusfraktur loco classico.
Z. Unfallchir. Versicherungsmed. Berufskr. 82 (1989) 25-32

Mentzel, M., Hoss, H., Ebinger, T., Kinzl, L., Wachter, N.J.

Problematik der in Fehlstellung ausgeheilten distalen Radiusfraktur.
Unfallchirurg 104 (2001) 210-214

Michels, G., Schumann, C., Faust, M.

Osteoporose.
In: „Klinikmanual Innere Medizin“, Michels, G., Schneider, T. (Hrsg.),
Springer Medizin Verlag, Heidelberg, 2010, 654-659

Mikic, Z.D.

Treatment of acute injuries of the triangular fibrocartilage complex associated with distal radioulnar joint instability.
J. Hand Surg. Am. 20 (1995) 319-323

Moser, V.L., Pommersberger, K.J., Pessenlehner, C., Meier, M., Krimmer, H.

Palmare winkelstabile Plattenosteosynthese der instabilen distalen Radiusfraktur.
Oper. Orthop. Traumatol. 16 (2004) 380-396

Müller, M., Nazarian, S., Koch, P., Schatzker, J., Heim, U.

The Comprehensive Classification of Fractures of Long Bones.
1. Aufl. Heidelberg,
New York: Springer Verlag, 1990

Müller, M.

„Chirurgie für Studium und Praxis“
Medizinische Verlags- und Informationsdienste, 2012/13

Nienstedt, F.

Die distale, intraartikuläre Radiusfraktur mit palmarer Fragmentdislokation.
Oper. Orthop. Traumat. 10 (1998) 265-278

Ochmann, S., Frerichmann, U., Armsen, N., Raschke, M.J., Meffert, R.H.

Ist die Behandlung der instabilen distalen Radiusfraktur beim älteren Menschen mittels Fixateur externe nicht mehr indiziert?
Unfallchirurg 109 (2006) 1050-1057

Oestern, H.J.

Distale Radiusfrakturen. Teil II. Operative Therapie.
Chirurg 70 (1999), 1381-1394

Paulsen, F., Waschke, J., Sobotta, J. (Hrsg.)

„Sobotta, Atlas der Anatomie des Menschen“
Urban und Fischer Verlag, Elsevier (2017)

Pennig, D., Heck, S., Möhring, R.

Bewegungsfixateur und distale Radiusfraktur.
Unfallchirurg 114 (2011) 105-113

Poigenfürst, J.

Brüche am distalen Unterarmende. Einteilung der Bruchformen und Indikation.
Hft. Unfallheilkunde 148 (1980) 53-59

Poigenfürst, J., Tuchmann, A.

Bedeutung der ulnaren Bandverletzungen beim Speichenbruch an typischer Stelle.
Handchirurgie 10 (1978) 121-124

Povacz, P., Breifuß, H., Klampfer, H.

Ist der statische Fixateur externe eine geeignete Methode zur Behandlung von Mehrfragmentfrakturen des distalen Speichenendes?
Handchir. Microchir. Plast. Chir. 28 (1996) 302-305

Prommersberger, K.J., Fröhner, S., van Schoonhoven, J., Schmitt, R.

Trauma des distalen Unterarmabschnitts.
In: „Bildgebende Diagnostik der Hand“, Schmitt, R. (Hrsg.),
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2008, 2. Auflage, 176-191

Prommersberger, K.J., Van Schoonhoven, J.

Korrekturingriffe nach distaler Radiusfraktur.
Unfallchirurg 110 (2007) 617-630

Pschyrembel, W., Dornblüth O. (Hrsg.)

„Pschyrembel Klinisches Wörterbuch“
De Gruyter, Berlin, 2002, 259. Auflage, 131

Rappold, G., Poigenfürst, J.

Should an osseus rupture of the ulnar styloid in radius fractures be repaired?
Handchir. Microchir. Plast. Chir. 29 (1997) 234-237

Reimbursement.info

Kodierinformationen – 2021

(<https://app.reimbursement.info/ops/5-790.pn#!>)

Stand: 10.05.2021

Rohen, J.W., Yokochi, C., Lütjen-Drecoll, E.

„Anatomie des Menschen Fotographischer Atlas“

Schattauer Verlag, Stuttgart, 2006, 6. Auflage, 368-430

Rudolph, H.U., Schmidt-Horlohé, K.H., Pichl, J., Hoffmann, R.

Distale Radiusfraktur – 20 Jahre winkelstabile Osteosynthese.

Thieme OP Journal 28 (2) (2012) 148-159

Sakhai, M., Groenewold, U., Klonz, A., Reilmann, H.

Ergebnisse nach palmarer Plattenosteosynthese mit der winkelstabilen T-Platte bei 100 distalen Radiusfrakturen.

Unfallchirurg 106 (2003) 272-280

Sarmiento, A., Cooper, J.S., Sinclair, W.F.

Forearm fractures. Early functional bracing – A preliminary report.

J.Bone Joint. Surg. Am. 57 (1975) 297-304

Schmidt, J., Petereit, U., Winkler, K.H.

Die volare Plattenosteosynthese als Zuggurtungsprinzip bei der Extensionsfraktur des distalen Radius.

Aktuelle Traumatol. 27 (1997) 23-25

Schmitt, R.

Bandverletzungen an der Handwurzel.

Radiologe 56 (2016) 1087-1106

Schneiders, W., Biewener, A., Rammelt, S., Rein, S., Zwipp, H., Amlang, M.

Die distale Radiusfraktur: Korrelation zwischen radiologischem und funktionellem Ergebnis.

Unfallchirurg 109 (2006) 837-844

Schünke, M., Schulte, E., Schumacher, U. (2014)

Prometheus Allgemeine Anatomie und Bewegungssystem

(http://www.thiemebilddatenbankanatonomie.de.eaccess.ub.tum.de/Home/Illustration/3937/1539_2_etc.)

Stand: 06.09.2014

Schweiberer, L.

Proceedings: Fractures of the distal end of the radius: classification and conservative treatment.

Langenbecks Arch. Chir. 334 (1973) 171-180

Siebert, H.R., Klonz, A.

Die Distale Radiusfraktur.

Unfallchirurg 108 (2005) 135-154

Smektala, R., Endres, H.G., Dasch, B., Bonnaire, F., Trampisch, H.J., Plentka, L.

Die stationäre Behandlungsqualität der distalen Radiusfraktur in Deutschland.

Unfallchirurg 112 (2009) 46-54

Smithuis, R. (2008)

Wrist Fractures.

(http://www.radiologyassistant.nl/data/bin/w440/a50979780d6ad5_radialinclination.jpg)

Stand: 02.11.2019

Stahel, P.F., Imfanger, M., Bleif, I.M., Heyde, C.E., Ertel, W.

Die palmare winkelstabile Plattenosteosynthese.

Trauma und Berufskrankheit 7 (2005) 27-32

Strassmair, M., Wilhelm, K., Friedel, R., Dönicke, T., Weinberg, A., Schmidt, B.

Distale Radiusfraktur (Verletzung der distalen radioulnaren Funktionseinheit).

In „Handchirurgie“, Towfigh, H., Hierner, R., Langer, M., Friedel, R. (Hrsg.),

Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011, 770-818

Strassmair, M., Wilhelm, K., Friedel, R., Dönicke, T., Weinberg, A., Schmidt, B.

Distale Radiusfraktur (Verletzung der distalen radioulnaren Funktionseinheit).

In „Frakturen und Luxationen der Hand“, Towfigh, H.,

Springer-Verlag, Heidelberg, 2014, 302-303

Truc-Vallet, A., Ketterl, R.L., Friess, H.

Ergebnisse der Behandlung distaler Radiusfrakturen mit volarer winkelstabiler Platte.

Dissertation an der Technischen Universität München, 2012, 25

Trumble, T.E., Schmitt, S.R., Vedder, N.B.

Factors affecting functional outcome of displaced intra-articular distal radius fractures.

J. Hand. Surg. Am. 19 (1994) 325-340

Tscherne, H., Jahne, J.

Current status of the treatment of distal radius fracture.

Unfallchirurg 93 (1990) 157-164

Tscherne, H., Wippermann, B.W.

Conservative treatment in fractures of the upper limb.

Chirurg 61 (1990) 752-760

Voigt, C., Plesz, A., Jensen, G., Katthagen, C., Lill, H.

Winkelstabile Plattenosteosynthese am distalen Radius. Assoziiert eine Osteoporose schlechtere funktionelle Ergebnisse und höhere Komplikationsraten?

Chirurg 83 (2012) 463-471

Walz, M., Kolbow, B., Auerbach, F.

Was leistet die winkelstabile Plattenosteosynthese bei der distalen Radiusfraktur des alten Menschen?

Unfallchirurg 107 (2004) 664-670

Weisse Liste (2021)

ICD/OPS-Fachkatalog

(<https://www.weisse-liste.de/de/krankenhaus/icd-fachkatalog/>)

Stand: 18.05.2021

Wilcke, M.K., Hammarberg, H., Adolphson, P.Y.

Epidemiology and changed surgical treatment methods for fractures of the distal radius: a registry analysis of 42,583 patients in Stockholm County, Sweden, 2004–2010.

Acta Orthop. 84 (2013), 292-296

Wirtz, D.C., Ruchholtz, S.

„Orthopädie und Unfallchirurgie essentials“

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2013

9. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Anatomie des Handgelenks (Lengerke, 2008)	8
Abb. 2: Radial inclination or angle (Smithuis, 2008)	9
Abb. 3: Radioulnare Inklination, Palmarinklination (Strassmair et al., 2011)	9
Abb. 4: Bänder der Hand u. des Handgelenks, Ansicht dorsal	12
Abb. 5: Bänder der Hand u. des Handgelenks, Ansicht von palmar (Schünke et al., 2014)	13
Abb. 6: Kurze Handmuskeln: oberflächliche Schicht, Palmaraponeurose, rechte Hand, Ansicht von palmar (Schünke et al., 2014)	15
Abb. 7: Kurze Handmuskeln: oberflächl. Schicht, Palmaraponeurose entfernt	16
Abb.8: Kurze Handmuskeln (a): mittlere Schicht	17
Abb. 9: Kurze Handmuskeln (b): mittlere Schicht	18
Abb. 10 : Kurze Handmuskeln (c): tiefe Schicht	19
Abb. 11: Schematisierter Querschnitt durch den Unterarm in Höhe des distalen Radioulnargelenkes. (Schünke et al., 2014)	20
Abb. 12: Das 3-Säulen-Modell von Rikli et al. 2003 (Strassmair et al., 2011)	21
Abb. 13: AO Klassifikation: aus Schmit-Neuerburg et al., 2001, (Strassmair et al., 2011)	26
Abb. 14: Bajonett- und Fourchette-Stellung (Strassmair et al., 2011)	27
Abb. 15: Röntgenbild einer distalen Radiusfraktur (Ewerbeck, 2015)	28
Abb. 16: Vergleich der Darstellung einer intraartikulären Fraktur im konventionellen Röntgen, CT und der 3D-Rekonstruktion.(Towfigh et al., 2014)	29
Abb. 17: Kernspintomographie bei distaler Radiusfraktur (Towfigh et al., 2014)	30
Abb. 18: unzureichende Frakturversorgung mit Kirschnerdrähten (Strassmair et al., 2011)	37
Abb. 19: artgerechte Kirschnerdrahtversorgung bei dorsoulnarem Fragment (Oestern, 1999)	37
Abb. 20: volare Plattenosteosynthese (Strassmair et al., 2011)	39

10. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arthrosekriterien nach Kellgren und Lawrence	43
Tabelle 2: Berufe der Studienpatienten	51
Tabelle 3: Häufigkeit der ein- und zweizeitigen Ops	52
Tabelle 4: Arthrosegrad mit Geschlechterverteilung	54
Tabelle 5: Verteilung der Punktzahlen im Gesamtscore Röntgen	55
Tabelle 6: Aufteilung des Gesamtscores Röntgen in 2 Gruppen	56
Tabelle 7: Verteilung der OP-Jahre bei den Studienpatienten	56
Tabelle 8: Übersicht Korrelationen zwischen bestimmten erhobenen Größen	60
Tabelle 9: Korrelation zwischen Arthrosegrad und Mayo-Score	61
Tabelle 10: Häufigkeit der verschiedenen Bruchklassen im Detail	62
Tabelle 11: Verteilung der ein- und zweizeitigen OPs auf die Bruchklassen	72
Tabelle 12: Verteilung Arthrosegrade auf die einzelnen, zusammengefassten Bruchklassen	75
Tabelle 13: Übersicht der Vergleichsstudien	88

11. Diagrammverzeichnis

Diagramm 1: Altersverteilung nach Geschlechtern	50
Diagramm 2: Häufigkeiten der 3 verschiedenen Arthrosegrade	53
Diagramm 3: Häufigkeitsverteilung Ausprägung der Stufe in der Gelenkfläche	54
Diagramm 4: Häufigkeitsverteilung der Ausprägung des Ulnavorschubs	55
Diagramm 5: Häufigkeitsverteilung der Antworten auf Frage 1 MWQ bezüglich Schmerzen	58
Diagramm 6: Mayo-Scores verschiedene Bruchklassen der AO-Klassifikation	63
Diagramm 7: Mayo-Scores der zusammengefassten Bruchklassen gem. AO	64
Diagramm 8: Mayo-Scores der 3 häufigsten OP-Code-Gruppen	65
Diagramm 9: Mayo-Score in Abhängigkeit von der Zeit seit der OP	67
Diagramm 10: Mayo-Score nach bis zu 2 oder mehr als 2 Jahren seit OP	68
Diagramm 11: Mayo-Score in Abhängigkeit vom Gesamtscore Röntgen	70
Diagramm 12: Vergleich Mayo-Scores der einzeitigen mit den zweizeitigen OPs	73

12. Danksagung

Ich danke

Herrn Prof. Dr. P. Biberthaler, meinem Doktorvater, für die Überlassung des Themas, die Erlaubnis zur Durchführung dieser Doktorarbeit, die für mich aufgewendete Zeit und Geduld sowie die sehr hilfreichen Ratschläge,

Herrn Prof. Dr. St. Huber-Wagner für die äußerst konstruktive Unterstützung und umfangreiche Anleitung zur Gestaltung dieser Dissertation und die weitergehenden Informationen über die Abfassung einer wissenschaftlichen Arbeit,

Herrn PD Dr. M. Neumaier für die Hilfe bei der Themenauswahl und die ständige Betreuung der Arbeit sowie das inhaltliche Korrekturlesen des Manuskriptes,

Herrn PD Dr. M. Beirer für die Überlassung des MWQ-Fragebogens,

Frau Ulrike Jundi für die stets zuverlässige, freundliche und schnelle administrative Bearbeitung meiner Anliegen,

Frau Ina Rondak (Dipl. Stat.) und Herrn Dr. Tibor Schuster für die Beratung bei der statistischen Auswertung,

den Mitarbeitern der Unfallchirurgischen Ambulanz für die Hilfe beim Empfang der bestellten Patienten,

den Mitarbeitern der Poststelle des Klinikums rechts der Isar für das Verschicken der Patienteneinladungen,

den Patienten, die bereit waren, an der Nachuntersuchung teilzunehmen und persönlich vorzusprechen sowie jenen Patienten, welche die Bögen ausgefüllt und auf dem Postweg retourniert haben,

meinen Eltern, die mir das Studium ermöglicht haben, mich bei allen Problemen unterstützen und für das Korrekturlesen dieser Doktorarbeit.